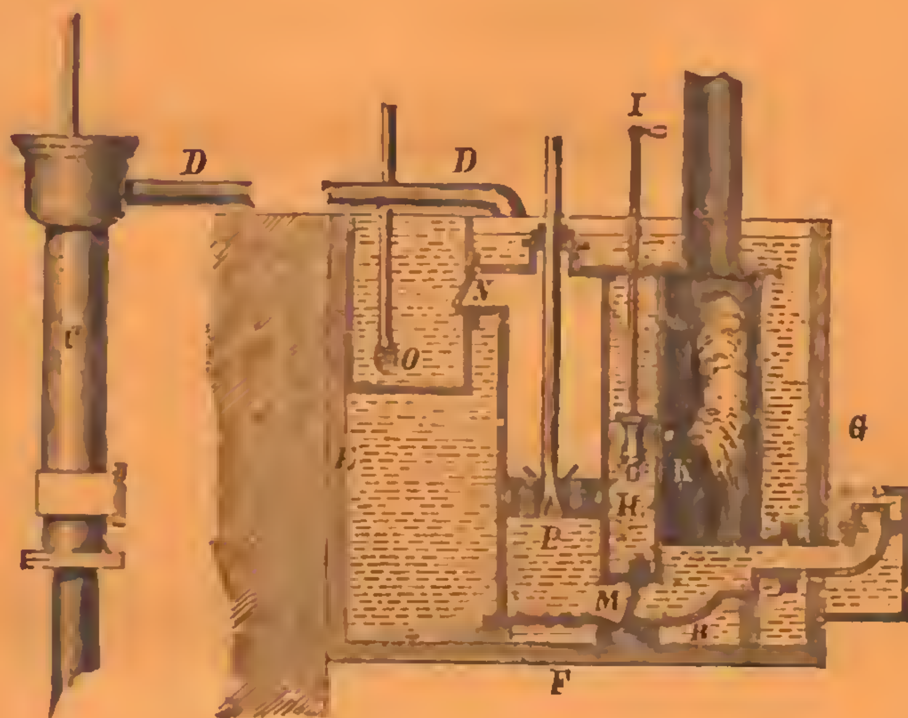
PARNÍ STROJ.

Stručné pojednání

o páře, a použití této co síly pohybující.

Spořádal a sestavil

PETR SPRÁVKA.



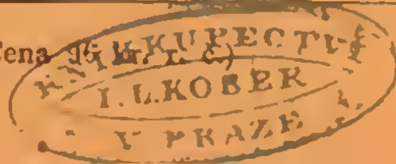
S 59 vyobrazeními.

V Praze.

Nákladem knihkupectví: I. L. Kober.

1863.

(Cena 95 kr. r. č.)



PARNÍ STROJ.

Stručné pojednání

o páře, a použití této co síly pohybující.

Spořádal a sestavil

PETR SPRÁVKA.

S 59 vyobrazeními.

Cena 96 kr. r. č.

V PRAZE.

Nákladem kněhkupectví: I. L. Kober.

1863.

Národní knihtiskárna: I. L. Kober v Praze, 1863.

Úvod.

Mnoho máme, přemnoho nám schází,
snášej každý podle možnosti!

K vykonání práce jest člověku síly a rozumu zapotřebí; neb jen tehdá koná síla práci v smyslu pravém, když jest lidským rozumem vedena. Sílu tu, již vidáme zaměstnánu vedle rozumu, nazýváme silou hmotnou, neboli mechanickou. Hmotná ta síla spočívá v údech člověka, zvířete, v tíži a toku vody, v proudu větru, v páře a t. d.; a všecky tyto hmotné síly vidíme, rozumem lidským řízené, vykonávati práci.

Ze všech těchto jmenovaných sil vyniká nad ostatní pro svou vydatnost, stálost, uzpůsobilost síla páry! Jak úžasná mocnost její jest, doznáme, jestli sobě na mysl uvedeme, jak jenom dosti malá částka vody v uzavřené nádobě v páru proměněna za zvýšeným výhřevem dostačí tuto, třeba železná byla, roztrhnouti! Uvážíme-li, že hrůzný úkaz v přírodě, zemětřesení, jest jenom účinek uzavřené páry uvnitř země! A tak, jak se nám síla nevázané páry v hrůzyplných účincích co pravý borce i hubitel všeho objevuje, tak opět v celé obsáhlosti blahonosných účinků pro člověčenstvo vyvozuje, je-li jenom lidským důvtipem řízena a vedena. Pomněme jenom na ohromné výsledky docílené parovozem, parolodí, parním strojem! Jak přenáramně tu mnoho práce silou páry vykonáno! Obeznámiti se s tímto velikým činitelem, který takřka samojediný v následcích svých rozvoj průmyslu usnadňuje a k rozmnožení blahobytu mocně napomáhá, poznati sílu páry tedy v jejích účincích, a naučit se znáti prostředků, jimiž

člověk (svým rozumem) obra tohoto skrotil a upoutal tak, že jej ve prospěch svých záměrů dle libosti používá: to budiž tohoto spisku úkolem. — Jest ve dvě hlavní části rozdělen.

První hlavní část zahrnuje pojednání o vlastnostech páry; zároveň i o kotlích s příslušným náčiním co nevyhnutelných prostředků ku plození páry.

Druhá hlavní část pojednává o prostředcích, nimiž lze páru upotřebiti, co sílu hmotnou; tedy o parním stroji a jeho jednotlivých částech.

Vypočítáním uvedené důkazy jsou co možná jednoduše provedeny, aby každému, kdo jakousi znalost matematiky má, spisek prospěšným státi se mohl. Pořadatel tohoto skrovného díla, znaje zevrubně nedůstatek a potřebu naší technické literatury, zejmena ale nevyhnutelnou potřebu poznání parního stroje, co nejmocnější podpory průmyslu, neváhá věnovati je naší milé realní mládeži, s tím jediným upřímným přáním, aby jí prospívalo dotuď, pokud tato skrovná práce nahražena nebude dokonalejším dílem podobného způsobu.

K uspořádání a sestavení spisku použil co pramenů: obšírné dílo o parním stroji od Bernoulliho, částečně Weissbachovu mechaniku, a vlastních vědomostí o parním stroji, jež v závodu, kde páry co hnací síly se užívá, po víceleté zkušenosti nabyl.

V Lochovicích v lednu 1863.

Správka.

O páře a jejich vlastnostech.

Voda v prostoru volném a při obyčejné teplotě poznenáhla se ztrácí, čili vypařuje se. Máme toho každodenní důkazy; kalužiny vysýchají, voda z nádoby se tratí, prádlo a dříví schne. Ze všech těchto jmenovaných věcí ubývá vody, jenž se v páru mění a tato opět do povětří se ztrácí. K tvoření páry z vody jest tepla zapotřebí; voda hltá do sebe teplo, a následkem toho stává se řidčí, poněvadž jednotlivé částky její od sebe se vzdalují. Konečně zřidnutí dostoupí takového stupně, že se voda v páru promění.

Stupeň tento, ve kterém voda rozhřatá se v páru mění, nazýváme stupněm varu. Voda dosáhnuvši stupně varového, nepřijímá žádné větší teploty, a proto všecko teplo ostatní přechází na tvoření páry.

Vaření vody má za následek nepřetržené vyvinování páry; a protože stupeň varu až teprv v jisté době nastupuje, musí toho jistá příčina býti, která při nižší teplotě přemožena býti nemohla. Příčina tato jest tlak vzduchu čili atmosféry. Bod varu se určuje 80tým stupněm teploměru Reaumura, 100tým stupněm Celsiusa aneb 212tým stupněm Fahrenheita.

80 stupněm Reaumura, 100 stupněm Celsiusa a 212 stupněm Fahrenheitova teploměru, (což zkráceně vyjádříme: 80^0 R., 100^0 C. a 212^0 F.), přichází taková voda do varu a pára se počne tvořiti, kterouž obecnou párou nazýváme.

Že tato obecná pára takovou rozpínavost čili sílu míti musí jako vzduch, poznáme z toho, že musila dříve, než z vody vystoupila, tlak vzduchu přemoci, který na povrch vařící vody naléhal.

Horko, jenž se vodě nad stupeň varu přivádí, prochází vodou, kterou v páru mění, a s ní sloučeno, co pára prchá; proto vařící voda má povždy stálou a tutéž teplotu.

Je-li tlak vzduchu menší, jako ku př. na vysokých horách, nemusí pára tak mnoho přemáhat a proto nemusí ani tak horká být, i voda vaří se tu již při menším teple. A opět naopak: je-li tlak vzduchu větší, musí i rozpínavost a proto také teplota páry větší býti, aby mohla do povětří vybíhati. Z té příčiny není stupeň varu docela nezměnitelný: on souhlasí s 80° R. neb 100° C., když tlakoměr 76 centimetrů čili 28 palců pařížských ukazuje, kteréž se rovnají 28·8 palcům vídeňským.

Shledalo se skoumáním, že tlak páry, mající teploty 80° R. neb 100° C., působí na povrh 1 □ cm., jakoby váha 1·033 killogramů naň působila, aneb na 1 □ vídeňský palec $12^3/_4$ liber. Obnášíť tlak tento nad 1 □ metrem 1033 killogramů, a nad 1 □ vídeňskou stopou 1836 liber.

Tlak tento vyskoumán jest stejný, jak při páře, tak při vzduchu, a nazývá se tlakem atmosféry.

Dále jest vyskoumáno, že se pára nechá 1700krát víc roztáhnouti než voda; zaujme tudy pára také 1700krát větší prostor než ta voda, z které pára povstala. Vydá tedy

1 krychlový palec vody 1 krychlovou stopu páry, a

1 krychlový decimetr (litr) vody, 1·7 krychlových metrů páry, mající teploty 100° C. a 1 atmosféru tlaku.

Hustota studené vody, čili poměrná její tíže, má se k hustotě páry 100° C. teplé jako 1700:1. A protože vzduch 0° (nulového stupně) 772krát lehčí jest než voda, má se tudy hustota vzduchu 0° k páře 100°, jako

$$\frac{1700}{772} : 1 = 2{\cdot}202 : 1 = 1 : 0{\cdot}45.$$

Protože dále voda dosáhnuvši teploty 100° o $^1/_{22}$ svého objemu, a vzduch mající taktéž 100° teploty o $\frac{100}{273}$ se roztáhne, má se tudy hustosta vody 100° teplé k hustotě páry jako

$$1^1/_{22} : 1700 = 23 : 37400 = 1 : 0{\cdot}000619;$$

a hustota vzduchu 100° teplého k hustotě páry 100°, jako

$$1\frac{100}{273} : 0{\cdot}45 = \frac{373}{273} \times 0{\cdot}45 = 0{\cdot}62,$$

aneb sblíženě jako 8:5. 8 krychlových metrů vzduchu a 5 krychlových metrů páry má stejnou váhu.

Dále jest známo, že 1 krychlová stopa vody studené váží 56.4 vídeňských, 62·5 anglických liber, a 1 krychlový metr 1000 kilogramů; musí tudy 1 krychlová stopa páry 100°

$$\text{jenom } \frac{56{\cdot}4}{1700} = 0{\cdot}0329 \text{ vídeňských liber, aneb}$$

$\frac{62 \cdot 5}{1700} = 0 \cdot 0367$ anglických liber; a 1 krych. metr páry 100^0 jenom $\frac{1000}{1700} = \frac{10}{17} = 0 \cdot 5913$ kilogramů, vážiti.

Vypaříme-li 1 libru vody z úplna, obdržíme opět 1 libru páry; a jestli vodu v úzounké skleněné rource do varu přivedeme, vytlačí pára, anto se voda tak znamenitě roztahuje, vzduch z rourky hbitě ven, a pak sama velmi rychle vybíhá.

Poněvadž, jak již z předu podotknuto, voda vařící a pára se plodící jednu a tu samou teplotu nezměněně podržují, namítá se otázka, co asi stává se s teplotou, jenž se ve vodě stále, tudy nad stupeň varu přivádí?

Svedeme-li páru, vypařenou z 1 libry vody, do 20 liber vody studené mající teploty 15^0, pozbyde pára tepla a promění se ve vodu. Celé to množství vody $20 + 1 = 21$ liber, vyhřáto bude na 45^0; tudy přibude o 30^0 tepla vodě víc, než dříve měla. Smícháme-li naproti tomu 1 libru vařící vody s 20 librami vody 15^0 teplé, dosáhne smíšená voda pouze 19^0 výhřevu; tedy jenom o 4^0 tepla více.

Pojmenujme potřebné množství tepla pro výhřev 1 libry vody o 1^0 C. jednotinou tepla, a poznamenejme ji písmenkem w. Pak bude 1 libra vařící vody 100 w obsahovati; připočtem-li oněch 20 liber 15^0 vody tudy 300 w, obdržíme úhrnem 400 w. Těchto 400 w smíšených vyhřeje 21 liber vody stejnoměrně, a proto vypadá na 1 libru $\frac{400}{21} = 19^0$.

Podobným způsobem, smícháme-li 1 libru páry s 20 librami vody 15^0, bude veškerých 21 liber $\times$ 45 = 945 w tepla obsahovati; a odečteme-li 300 w, které 20 liber studené vody již měli, od 945 w, zbyde 645 w, které páře přináležely. Teplota páry však jak již podotknuto rovná se ale jenom 100 w čili 100^0 C.; proto vybývá $645 - 100 = 545$ w tepla, které zvláštním spůsobem v páře přebývá a *zatajeným teplem* sluje.

Novější zkoušky stanoví 640 w přebývajícího tepla v páře a u porovnání s teplotou 1 libry vařící vody udá se nám poměr 640:100, z něhož vyplývá, že pára naproti vařící vodě $6^2/_5$ krát tolik tepla obsahuje, a proto také $5^2/_5$ liber studené vody 0^0 až na 100^0 ohřáti může.

Teplo, které 1 libra vody 0^0 až k výhřevu 100^0 přijímá, nazýváme *zjevným neb citelným teplem;* máme v tomto pádu 100 w, které voda, aby se vařící stala, zapotřebí má zjevného tepla, a 540 w, jichž nad to zapotřebí má, aby se v páru proměňovati mohla, zatajeného tepla.

Uzavřeme-li něco málo vody v rozhřaté vzduchaprázdné kouli, vyplní pára okamžitě prostor, nebo tvoření páry nic nepřekáží; pára tato napřed jenom řídká a malé pružnosti, poznenáhla houstne a nabývá tím větší rozpínavosti, čím víc koule se zahřívá.

Z toho jde, že každým stupněm teploty, hustota i síla páry se mění; následovně čím pára horčejší, bude i tím hustější a silnější.

Pára mající 100^0 tepla rovná se hustotou i silou hustotě i tlaku vzduchovému; dosáhnuvši $121^1/_2{}^0$ tepla, má síly již dvojnásob; dosáhnuvši $135 \cdot 1^0$ tepla, nabývá síly trojnásobné a s $145^1/_2{}^0$ tepla, dosáhne již čtvernásobnou sílu u porovnání s tlakem obyčejného vzduchu.

Rozmnožování síly parní zdá se takřka býti neobmezené, je-li nádoba uzavřená, a možno-li páře jenom ustavičně zvýšeného stupně tepla přiváděti.

Čtvernásobná síla anebo tlak páry obnáší na 1 □″ již $12^3/_4 \times 4 = 51$ liber, a desetinásobný tlak $12^3/_4 \times 10 = 127^1/_2$ liber; zato vzduch tlačí na 1 □″ pouze $12^3/_4$ librami.

V každém z těchto pádů (vyrozumíváme tu nádobu uzavřenou, v níž se pára plodí), má voda i pára zároveň stejně zvýšený stupeň tepla; pára každému stupni určitou hustotu a sílu; i jest v každém takovém pádu nasycena teplem, jehož zapotřebí, aby z vody tolik páry se zploditi mohlo, mnoho-li ji ku každému patřičnému stupni tepla potřebno, aby přiměřenou silou účinkovati mohla.

Z okolností těchto poznáme, že var vody přerušen, a při stále vzrůstajícím tlaku páry tvoření její zamezeno jest; a proto teplo přebývající, z největší části vodou zadržáno, její teplotu nevyhnutelně zvýšuje.

Otevřeme-li však nádobu, ku př. kohoutem, tu nejen že pára bude vybíhati rychle až se vyrovná s tlakem vzduchu, nýbrž i zvýšená teplota její klesne až k 100^0 C., a uvolněné takto teplo, z vody převařené se vylučující, plodí samovolně páru. K snadnějšímu pochopení mysleme si v uzavřené nádobě, jenž asi 1 krychlovou stopu zaujímá, mimo páry ještě 1 libru vody, a obé, totiž voda i pára obsahovaly-by zároveň $121^1/_2{}^0$ teploty. Tedy by pára měla síly 2 atmosfér; a nyní otevřeme nádobu kohoutem: vyběhne $^1/_2$ krychlové stopy páry dvou atmosfér mající, an zatím ostatní pára majíc volnosti u vybíhání se roztáhnouti, ztratí sílu 1 atmosféry, a zbývající síla její rovná se tedy jenom také 1 atmosféře.

Teplo vody v nádobě sklesne na 100 *w*, a proto musí ostatních $21^1/_2$ *w* voda ze sebe samovolně vydati; a protože

1 libra vařící vody, aby v páru proměňovati se mohla, ještě 540 *w* vyžaduje, musí oněch vydaných $21^1/_2$ *w* chtě nechtě tudy samovolně páru zploditi. Přičemž proměnějí asi

$$\frac{21^1/_2}{540} = \frac{43}{1080} = {}^1/_{25} \text{ liber vody}$$

asi v $^5/_4$ krychl. stopy páry, která taktéž kohoutem vyběhne.

A tak jako rozpínavosti neb tlaku páře rozmnožováním horka a hustoty přibývá, tak opět obráceně ona v té míře rozpínavosti neb tlaku pozbývá, čím víc horkosti potrácí a čím více řídne; neb přitom část páry ve vodu se sráží.

Pára, když se počne srážeti, dostává barvu modrošedou; objevuje se v podobě obláčků, na rozdíl páry účinné, nasycené přiměřeným horkem, která jest průhledná a bez barvy.

Necháme-li nádobu, párou naplněnou a úplně uzavřenou, ochladnouti: srazí se pára poznenáhla ve vodu.

Ochladne-li nádoba na 25°, bude rozpínavost páry jenom 10‴; a ochladne-li na 0°, bude rozpínavost páry dokonce jenom 2‴ obnášeti, takže vnitřní prostor skorem vzduchoprázdným se stane. Však vždy nachází se hustota i síla páry v přiměřeném poměru k její teplotě, totiž: pára v každém stupni svého ochlazení jest přiměřeným teplem nasycená.

Docela v jiném poměru objeví se nám pára v nádobě o sobě se nacházející, když nádobu uzavřenou víc a víc rozhříváme. Tu se stává pára horčejší. Hustota její však se nemění, nýbrž zůstává stále stejná; a protože vody přibírati nemůže, přestává býti nasycenou, an teplota její nestojí k hustotě v přiměřeném poměru. Takovou páru nazýváme potom *přetopenou*. V tomto pádu roste rozpínavost páry přibývající teplotou; však ale jenom v tom poměru jako u ostatních vzdušin a sice o $^1/_{273}$ s 1° C.

Jestli část válce parou naplníme, píst srazíme neb povytáhneme: zhustne neb zřídne pára.

Současně musí v prvním pádu, když pístí páru stlačíme, její teplota se zvýšiti, v druhém pádu ale, když píst povytáhnem, teplota její se umírniti.

Proto také v prvním pádu teplo zatajené stane se zjevným, a v druhém pádu teplo zjevné zatajeným. Ku př. kdybychom prostor, v němž se 1 libra páry 100° teplé nachází, o polovici zmenšili: stala by se pára, stlačená na polovic objemu, ještě jednou tak hustá.

Dvojnásobná hustota páry ale má bez mála 122° teploty. Proto musí se 22 *w* zatajeného tepla zjevnými státi, a pak chová v sobě pára pouze 518 *w* zatajeného tepla.

A tak opět: kdybychom prostor ještě jednou tak velkým udělali, bude pak hustota páry jenom polovic hustoty počátečné obnášeti, a teplota klesne ze 100° na 80°; proto se stane 20 *w* zatajeným, a 80 *w* zjevným teplem. Pak chová pára v sobě 560 *w* zatajeného tepla.

Stanovení tlaku páry.

Tlak páry možno jest trojnásobným způsobem určiti:

1. atmosférami, berouce tlak obyčejného vzduchu za základ;
2. tlakoměrem, podle výšky rtuťového sloupce;
3. váhou rtuti nad tlačenou plochou 1 □″ aneb 1 □ cm.

Na povrch země tlačí vzduch takovou váhou, jako vrstva rtuti 28 pařížských palců, nebo vrstva vody 32 stop vysoká. Ustanoví-li se váha rtuti nad tlačenou plochou, pak i tlak ten váhou ustanoviti se nechá.

Rtuťový sloupec 28 pař. palců = 0·76 metrů nad 1 □ cm. váží 1·033 kilogramů, a vyjadřuje tlak 1 atmosféry; tak rtuťový sloupec 28·8 víd. palců vysoký nad 1 □ víd. palcem váží $12^3/_4$ vídeňských, a rtuťový sloupec 30 angl. palců vysoký nad 1 □ angl. palcem váží 14·7 liber anglických, vyjadřují též tlak 1 atmosféry.

Zkouškami se vyskoumalo, že každému stupni tepla určitý stupeň tlaku a rozpínavosti páry přísluší. Pomocí tlakoměru skoumal Arago a Dulong poměry tepla a tlaku páry. Výsledek skoumání obsažen v přístojící tabulce:

Tlak dle		Teplota dle stupňů Celsiusa	Tlak dle		Teplota dle stupňů Celsiusa
atmosfér	tlakoměru		atmosfér	tlakoměru	
1	76 cm	100	8	608 cm	172·1
$1^1/_4$	95	106·6	9	684	177·1
$1^1/_2$	114	112·2	10	760	181·6
$1^3/_4$	133	117·1	11	836	186
2	152	121·4	12	912	190
$2^1/_4$	171	125·5	13	988	193·7
$2^1/_2$	190	128·8	14	1064	197·2
$2^3/_4$	209	132·1	15	1140	200 5
3	228	135·1	16	1216	203·6
$3^1/_2$	266	140·6	18	1368	209·4
4	304	145·4	20	1520	214·7
$4^1/_2$	342	149·1	24	1824	224·2
5	380	153·1	30	2280	236·2
$5^1/_2$	418	156·8	35	2660	244·8
6	456	160·2	40	3040	252·5
7	532	166·5	50	3800	265·9

Dle jiných skoumatelů ustanoven tlak páry při rozličných stupních teploty pomocí manometru, aneb dle váhy břemena na pojisťovací zámyčce, které pára vyzdvihnouti dovedla.

Porovnáme-li v tabulce naznačený tlak páry s teplotou, poznáme, že tlak páry nepoměrně s teplotou se zvětšuje; tak ku př. tlak páry se zdvojnásobnil, když teplota teprv bez mála o 22° vystoupila, s čehož by souditi se dalo, že zdvojnásobení tlaku páry přírůstkem 22° tepla se uskutečnilo. A však tomu není tak! Vyrozumíváme tady páru vždy nasycenou; a proto nejenom že voda, páru plodící, o 22° tepla horčejší se státi musí, musí i také pára dvojnásobně zhoustnouti, k čemuž ještě jednou tolik nové páry zapotřebí jest. Na př.

Má-li kotel 2000 liber vody a $1\frac{1}{2}$ libry páry 105° teploty, a vyvinuje-li kotel za 1 minutu 10 liber páry: musí se, když se vypařená voda čerstvou 0° teplou nahražuje, pomocí ohně v 1 minutě $10 \times 640\ w = 9400\ w$ vyvinouti.

Zarazí-li se vybíhání páry z kotle na jednou, a však tepla bez ustání kotli se přivádí v stejné míře jako před tím: tu nevyhnutelně bude se teplo množiti, a teplota musí vystupovati. Kdybychom chtěli, aby pára v kotli tlaku a hustoty 2 atmosfér dostoupila, museli bychom ještě asi $^{9}/_{10}$ liber vody v páru proměniti. Neb jest 105° teploty o 5° výše nad teplotu 1 atmosféry.

Těchto 5 stupňů činí tolik co sblíženě 4tý díl oněch 22° atmosféry druhé; dá se tudy 105° teploty co $^{5}/_{4}$ atmosf, a 122° teploty co $^{8}/_{4}$ atmosféry vyjádřiti. Protože máme

$10 : 3 \times 8 = \frac{24}{10} = 2^{2}/_{5}$ liber vody na utvoření páry 2 atm.

zapotřebí, a poněvadž již $1\frac{1}{2}$ libry vody 105° teplé v kotli se nachází, třeba tedy ještě $2^{2}/_{5} - 1^{1}/_{2} = {}^{9}/_{10}$ liber, bezmála 1 libry, která opět 640 *w* teploty spotřebuje. Ale konečně i všecka voda v kotli, kteráž se skoro o 17° horčejší státi musí, vyžaduje $2000 \times 17 = 34000\ w$ tepla. Z toho se dá posouditi, že pára tlaku 2 atmosfér jen pozvolna dosáhne; avšak postup tlaku od 2 ku 3 atmosférám děje se již rychleji, a ještě rychleji od 3 ku 4 atd.

Následující tabulka obsahuje tlak páry na plochu, když tlak páry v atmosférách určen jest:

Tlak dle atmosfér	Tlak nad plochou 1 □ cm.	1 □″ angl.	1 □″ víden.
1	1·033 kil.	14·7 liber	12·79 liber
$1^1/_4$	1·291	18·375	15·99
$1^1/_2$	1·549	22·05	19·18
2	2·066	29·4	25·58
$2^1/_2$	2·582	36·75	31·97
3	3·1	44·1	38·37
$3^1/_2$	3·615	51·45	44·76
4	4·132	58·8	51·16
$4^1/_2$	4.648	66·15	57·55
5	5·165	73·5	63·95
$5^1/_2$	5·681	80·85	70·34
6	6·2	88·2	76·74
7	7·231	102·9	89·53
8	8·264	117·6	102·32

Hustota páry při teplotě vyšších stupňů.

Dle skoumání, které Watt zavedl, aby hustotu páry stanovil, znám jest výsledek následovný:

1 krychlový palec studené vody proměněn v páru, vydá 1 krychlovou stopu páry, aneb: 144 × 12 = 1728 krychl. palců.

Dle pokusů však z novější doby, stanovena hustota páry zevrubněji a určitěji; a sice:

1 krychlový palec vody 0° vydá 1691 krychlových palců páry jednoduché, totiž páry 100° teploty a 28″ tlaku mající. Dále 1 krychlový palec vody 100° C. vydá 1620 krychlových palců páry; tedy míň, než voda nulového stupně, protože voda 100° teplá o $^1/_{24}$ lehčí jest než studená. Obdržíme proto 1691 : 24 = 71 krychl. palců míň a tedy 1691 — 71 = 1620, ku př. Pára 1 atmosféry jest 1691krát řidší a lehčí než voda studená; a vezmem-li studenou vodu = 1 za základ, obdržíme $\frac{1}{1691}$ = 0.000591 co proměrnou tíži páry. Pak váží:

1 víd. krychl. stopa páry $\frac{56·4}{1691}$ = 0.0333 liber

1 angl. krychl. stopa páry $\frac{62·5}{1691}$ = 0·037 liber

1 krychlový metr páry $\frac{1000}{1691}$ = 0.591 kilogramů. Vypadá tedy na 1 víd. libru 0·0333 : 1c′ = 1 : x; x = 30 krychl. stop, na 1 angl. libru 0·037 : 1c′ = 1 : x; x = 27$^1/_5$ krychl. stop, a na 1 kilogram 0·591 : 1 = 1000 : x; x = 1·691 krychlových metrů, jednoduché páry.

Stanovení hustoty páry stupňů vyšších, jak lehce pochopitelno, určiti zkouškami jest nesnadno; protož se to děje vypočítáním.

Již z počátku bylo poznamenáno, že objem vzduchu každým 1° C. o $^1/_{270}$ svého prvotného objemu při 0° přiroste. Tedy na 270 krychl. stopách vzduchu 0° teplého, zahřejeme-li jej až na 100°, přiroste každým 1° C. 1 krychlová stopa; a tedy u 100° výhřevu bude obnášeti přírůstek 100 krychl. stop, a objem úhrnkem 370 kr. stop; proto bude objem 1 krych. stopy 100° výhřevu o t° tepla zvýšen obnášeti = $\frac{370 + t^0}{370}$ krychlových stop.

Známo jest, že pára dle toho samého zákonu jako vzduch rozpínavosti nabývá. Musí tudíž 1 krychl. stopa páry 100° mající, zvýšíme-li teplo její o 22°, nabýti objemu

$$\frac{370 + 22}{370} = \frac{392}{370} \text{ krychlových stop;}$$

tudy pára, zplozená z 1 libry vody, o 22° horčejší nabyde $\frac{392}{370} \times 1691 = 1791$ krychlových stop objemu.

Známo jest i dále ještě, že tlak stejně teplých vzdušin (pružných tekutin) stojí v rovném poměru k jich hustotě; proto také nasycená pára 122° C. nabude tlaku dvojnásobného čili 2 atmosfér; a proto také oněch 1791 krychl. stop nabude dvojnásobné hustoty, když objem její na polovičný, t. j. 895 kr. stop svedeme. Vydá-li 1 krychl. stopa vody 0° teplé 1691 krychl. stop páry jednoatmosférového tlaku, vydá 895 krychl. stop páry 122° teplé, dvouatmosférový tlak; aneb: stlačíme-li 1691 krychlových stop páry na objem 895 krychl. stop, zdvojnásobí se tím tlak i hustota, a zároveň vystoupí teplota její ze 100° na 122°.

Proto váží 1 krychl. metr páry 2 atmosférové $\frac{1000}{895}$ = 1·118 kilogramů, a ne 2 × 0·591 = 1·182 kilogr. (kdybychme totiž váhu páry dvojnásobného tlaku chtěli stanoviti z váhy jednoduché páry, tuto prostě 2 množíce). Dále objeví se nám poměrná váha dvojnásobné páry $\frac{1}{895}$ = 0·00112 rozdílně než

kdybychme ji stanovily z oné jednoduché páry, totiž $0\cdot000591 \times 2 = 0\cdot001182$. Patrno z vypočítaných výsledků, že poměrná váha a hustota páry nepřibývají docela v stejném poměru s jejím tlakem.

Jiný způsob stanoviti hustotu páry za teploty vyšších stupňů vypočítáním jest následující:

Na váhu 1 kilogramu vyjde 770 decimetrů aneb litrů vzduchu nulového stupně. Těchto 770 litrů za teploty 100° roztáhne se o $\frac{100}{270}$ a za teploty 135° o $\frac{135}{270}$ svého objemu; proto bude objem 1 kilogr. vzduchu ohřátého na 100°

$$770 + \frac{770 \times 100}{270} = 1055 \text{ litrů a ohřátého na } 135^0$$

$$770 + \frac{770 \times 135}{270} = 1155 \text{ litrů obsahovati.}$$

Dle Mariottova zákonu roste za stejné teploty hustota plynu tak jako jeho tlak; proto třikráte hustší vzduch musí také tlak 3 atmosfér vyvoditi. Tedy by $\frac{1155}{3} = 385$ litrů ohřátého vzduchu na 135° vážilo 1 kilogram.

Protože ale pára $^8/_5$krát větší objem zaujímá, než vzduch té samé teploty a toho samého tlaku: proto musí 1 kilogram páry 100° teplé a 1 atmosférového tlaku $^8/_5 \times 1055 = 1688$ litrů, a taktéž 1 kilogram páry 135° teploty a 3 atmosférového tlaku $^8/_5 \times 385 = 616$ litrů obsahovati. Poměrná tíže 1 krychl. metru páry stanoví se následující formulí, v níž p znamená tlak na 1 □ cm. v kilogramech, a teplota t se dle stupňů Celsiusa vyjadřuje: $d = \frac{0\cdot7827\ p}{1 + 0\cdot00364\ t}$. Ku př. Jestli $t = 100^0$ a $p = 1.033$ kil., jest potažná tíže 1 krych. metru $d = \frac{0\cdot7827 \times 1\cdot033}{1 + 0\cdot00364 \times 100} = 0\cdot592$; jestli $t = 135^0$, a $p = 3\cdot1$, jest

$$d = \frac{0.7827 \times 3\cdot1}{1 + 0\cdot00364 \times 135} = 1\cdot627.$$

Tu opět se nám objeví rozdíl, kdybychom tuto poměrnou tíži chtěli stanoviti z jednoduché. Obdrželi bysme $3 \times 0\cdot592 = 1\cdot776$.

Dá-li pára $145^1/_4{}^0$ teplá tlak tedy čtvernásobný, vydá 1 krychl. palec vody 477 krychl. palců páry $145^1/_4{}^0$ teplé tlaku čtvernásobného, a její poměrná tíže obnáší 0·00209. Neboť 1700 krychl. palců páry jednoduché rozepne se za teploty

$145^1/_4{}^0$ na 1700 $\times \frac{415^1/_4}{370} = 1908$ ku př., $\frac{1908}{4} = 477$ krychlových palců páry tlaku 4 atmosférového a poměrné tíže $\frac{1}{477} = 0.00209$. Tu páru vydá 1 krychlový palec vody studené.

Z poměrů hustoty možno dále vypočítati:

1. množství páry teploty zvýšené, kterouž jedna libra aneb 1 kilogram vody dáti může; a
2. váhu udaného množství páry jakékoliv teploty.

Ku př. mnoho-li obdržíme z 1 libry vody francouzských krychlových stop páry 135° teploty když víme, že 1 libra vody dá $24^2/_7$ krych. stop páry 100° teplých a hustoty 0·000588? Hustota páry 135° jest 0·001611.

Dle Mariottova zákonu přibývá objem plynu k tlaku v obráceném poměru; tedy

$$0{\cdot}001611 : 0{\cdot}000588 = 24^2/_7 : x$$

$x = 8^4/_5$ krychlových stop páry 135°

Ku př. mnoho-li liber váží 73 krychl. stop páry 140° teplé?

Z předešlého příkladu jest známo, že 1 libra vody dá $24^2/_7$ krychlových stop páry 100° teplé; aneb obráceně:

1 krychlová stopa žádá $\frac{7}{170}$ liber vody, a proto 73 kr. stop požaduje $73 \times \frac{7}{170} = 3$ libry vody.

Poněvadž ale hustota 0·001818 páry 140° teplé stojí v tom poměru k jednoduché páře jako 1818:588, a váha páry v rovném poměru k hustotě, obdržíme ze srovnalosti 588:1818 = 3 : x; aneb x = 9·3 libry, — kteréby vážilo 73 kr. stop páry 140° teplé.

Váha 1 krychlového metru páry ustanoví se metrickou mírou z poměrů hustoty. Na př.

Když 1 krychlový metr páry 100° teplé a hustoty 0·000588 váží 0·588 kilogramů, musí tedy 1 krychlový metr páry 140°, 1·818 kilogramů vážiti, protože hustota této páry 0·001818 obnáší.

Paměti hodno při tom jest, že rozpínavost páry ve větším poměru roste k její hustotě za stejné teploty. Tak rozpínavost páry 122° teplé jest dvakrát tak velká, jako rozpínavost páry 100° teplé; hustota však ale jenom stojí v poměru jako 588:1117. Za teploty 161° jest hustota páry teprv pateronásobná, kde již rozpínavost málem šesteronásobně zvětšena se objevuje.

Přístojící tabulka naznačuje:

1. kolik litrů (krychl. dm.) nasycené páry určitého tlaku a přiměřené teploty na 1 kilogram váhy se vejde, a
2. kolik kilogramů váží 1 krychlový metr páry.

Tlak v atmosf.	litrů na 1 kilogram	váha 1 krych. metru v kilogr.	tlak v atmosf.	litrů na 1 kilogram	váha 1 krych. metru v kilogr.
1	1700·0	0·588	$4^1/_2$	428·4	2·334
$1^1/_4$	1383·4	0·722	$4^3/_4$	406·8	2·457
$1^1/_2$	1171·6	0·854	5	389·4	2·568
$1^3/_4$	1016·7	0·984	$5^1/_4$	372·3	2·690
2	899·9	1·111	$5^1/_2$	356·9	2·802
$2^1/_4$	808·0	1·238	$5^3/_4$	342·8	2·917
$2^1/_2$	733·4	1·363	6	329·6	3.033
$2_3/_4$	672·4	1·487	$6^1/_4$	317·6	3·149
3	620·7	1·611	$6^1/_2$	306·6	3·261
$3^1/_4$	576·8	1·734	$6^3/_4$	296·3	3·374
$3^1/_2$	539·1	1·855	7	286·7	3·488
$3^3/_4$	506·1	1·972	8	254·3	3·934
4	477·0	2·096	9	228·7	4·373
$4^1/_4$	451·0	2·217	10	208·0	4·808

Objem páry určí se, jestli tlak a teplota známa, následovně: $p = {}^5/_4$ atm., $t = 106·6^0$ na 1 kil.

$$\frac{1700 \times 270 + 106·6}{{}^5/_4 \times 370} = 1384·4 \text{ litrů. Je-li}$$

$p = 3$ atm., $t = 135^0$; připadne na 1 kil.

$$\frac{1700 \times 270 + 135}{3 \times 370} = 620·6 \text{ litrů páry.}$$

Sloupec litrů v tabulce ukazuje zároveň poměr páry k vodě nulového stupně, a sloupec vedlejší poměrnou váhu páry (k vodě = 1000); neboť, když 1 litr. nebo 1 krychlový decimetr, což stejné jest, 1 kilogram váží: musí také 1 krychl. stopa vody 477 krychl. stop páry tlaku 4 atmosférového vydati. Když se vejde právě také tolik litrů na 1 kilogram, a když poměrná tíže jednoduché páry 0·000588 jest, musí pára 4-násobného tlaku u porovnání se studenou vodou = 1, obnášeti 0·002096.

Stlačitelnost a rozpínavost.

Stlačíme-li jisté množství páry, anižby při tom teploty ubylo, na objem menší, rozmnožíme tímto výkonem

1. sílu tlaku stojící v obráceném poměru k objemu páry, a

2. rozmnožíme tím zjevné teplo, poněvadž následkem stlačení páry zatajené její teplo se uvolní. Ku př. stlačíme-li 1 krychlový metr jednoduché páry na objem $^1/_4$ krychlového metru, mělby se tímto výkonem tlak p zčtvernásobiti; poněvadž ale v čtvernásobně husté páře 150^0 tepla přebývá, tedy jest tlak páry $p = 4 \times \frac{420}{370} = 4^{20}/_{37}$ krát větší.

Kdybychom však páru trojnásobné hustoty roztáhli v dvojnásobný objem, aniž by teploty přitom ubylo, zmenší se, následkem této rozepnutosti, teplota i síla neboli pružnost, a sice z následovných dvou příčin:

1. pro poměr objemu a 2. pro ubytí teploty t^0, ku př. pára tlaku 3 atmosférového má 135^0 teploty a 1 litr takové páry váží $\frac{1}{621}$ kilog.; páry dvojnásobného objemu váží 1 litr jenom $\frac{1}{1242}$ kil. Protože ale při rozepnutí teplota páry ze 135^0 na 110^0 sklesne, nemá tlaku 1·5, nýbrž $^3/_2 \times \frac{380}{405} = 1{\cdot}41$.

Zůstává-li stupeň tepla, páry jakékoliv hustoty, nezměněným, zůstává pára nasycena, ať se pak nachází v stavu rozepnutosti neb stlačenosti; v stavu rozpínavosti teplota klesá, protože teplo zatajeným zůstati, a v stavu stlačitelnosti teplota vystupuje, poněvadž teplo zjevným státi se musí. Nápadné zdá se býti, ruku-li do páry jednoduché teploty vstrčíme, že se opaříme, nikoli však, když ruku do páry vyšší teploty, která tedy mnohem víc tepla zajímá, strčíme?

Příčina úkazu toho leží bezpochyby v následujícím:

Pára tlaku atmosférového, vybíhajíce do prostoru, sráží se na každé studenější hmotě a této svého tepla odstupuje; naproti tomu pára vyšší teploty a vyššího tlaku, vybíhajíc do povětří, snaží se rozpínati se, k čemuž síly i tepla potřebuje, proto ruce tepla odstoupiti nemůže.

Pružnost a hustota páry pod 100°.

Dalton pokusil se stanoviti poměry hustoty a pružnosti páry méně jak 100^0 teplé.

Z pokusu vyplývá

1. z vody jakékoliv teploty ba i pod bodem mrazu, vyvinuje se pára při obyčejném atmosférovém tlaku, ano i v prostoru vzduchoprázdném.

2. Pára taková, je-li nasycena, chová v sobě za jakékoliv teploty vždy přiměřenou hustotu a pružnost.

Jestli v nádobě vzduchem naplněné voda uzavřená, vyvine stejný objem páry hustoty takové, která její teplotě přiměřena jest; pak stane se vzduch o váhu této řiďounké páry těžší a pružnost jeho rozmnoží se o pružnost páry. Ku př. má-li pára 25^{0} teploty 2·31 centimetrů pružnosti, dosáhne vzduch suchý za této teploty a má-li již sám 76 cm. vlastní pružnosti, rozmnožením oné pružnosti páry, i jestli se její objem nezměnil, 78·31 cm.

Bez přimíchání vzduchu možno páru kolikerým způsobem ploditi a sice:

1. pod recipientem (skleněná báň), když z něho vzduch úplně vyssán byl;

2. v nádobách, z nichž vařící voda, páru plodíc, vzduch všecken vytlačila, a tyto napotom uzavřeme. Nádobu pak když ochladnouti necháme, smrskne se předešlá pára, a prostor vyplní pouze pára přiměřené hustoty a rozpínavosti umírněného tepla;

3. když v rourách rtutí uzavřených něco málo vody nad rtutí umístíme a voda se vypáří.

Posledního tohoto způsobu použil Dalton k určení pružnosti páry za zmírněné teploty a způsob ten zakládá se na následujícím výjevu:

Naplníme-li asi 80 cm. dlouhou skleněnou rourku vyvařenou rtutí a pohroužíme obrátíce ji otevřeným koncem do nádoby také rtutí naplněné, udrží se rtuť v rource tak vysoko, jak výška rtuťového sloupce na tlakoměru okazuje.

Obnáší-li výška rtuťového sloupce na tlakoměru ku př. 76 cm., bude i výška rtuti v oné rource 76 cm. obnášeti a tu povstane vzduchoprázdný prostor vysoký 4 cm.

Pustíme-li do povstalé vzduchoprázdné prostory kousek ledu aneb několik kapek vody, sklesne o něco málo rtuť v rource, jakmile led neb voda nad rtuť se dostanou; rtuť bude tím více klesati, čím více se voda zahřeje, naopak rtuť bude vystupovati, jak voda opět ochladne.

Jestli voda tato dokonale čistá a vzduchoprázdná nemůže klesání rtuti odjinud pocházeti, než jedině od vyvinuté páry a tudy od jejího tlaku, což rozeznati můžeme z rozdílného stanoviště rtuti v rource. Ku př.

Okazuje-li tlakoměr 74 cm. a výška rtuťového sloupce v rource, zahřáli-li jsme hořejší vzduchoprázdný prostor na 40^{0} C., jenom 68·7 cm., musí nevyhnutelně tlak čili pružnost páry za zmíněné teploty 5·3 cm. obnášeti.

Podobnými pokusy stanovila se síla páry za nízké teploty, a zároveň i přiměřená hustota její; výsledek podobných skoumání obsažen v přístojící tabulce:

Teplota	tlak		hustota v poměru k vodě = 1000
	v centim.	v atmosférách	
0° C.	0·47	0·006	0·0037
10	1·00	0·013	0·0079
15	1·45	0·018	0·011
20	1·94	0·025	0·015
25	2·65	0·036	0·021
30	3·55	0·046	0·029
35	4·69	0·062	0·038
40	6·13	0·080	0·050
45	7·91	0·104	0·064
50	10·11	0·132	0·082
55	12·74	0·167	0·104
60	16·05	0·21	0·130
65	19·96	0·26	0·162
70	24·63	0·33	0·199
75	30·20	0·40	0·243
80	36·77	0·48	0·294
85	44·67	0·59	0·353
90	53·50	0·70	0·422
95	64·00	0·84	0·500
100	76·16	1	0·589

Pomocí této tabulky možná účinky ochlazení a sražení páry určiti. Ku př. Zaujímá-li nádoba 1 libru 100° páry a ochladne na 50°, má ochlazená tato pára jenom ještě 10·11 cm. tlaku, a tlak ten rovná se $\frac{82}{589}$ aneb sotva $^1/_7$ libře. Víc $^6/_7$ libry páry srazí se ve vodu a proto nemožno úplné vzduchoprázdné prostory (vacuum) docíliti.

Voda teploty pod 100° vypařuje se a vypařování děje se jenom pozvolna. Takováto voda vyvinuje míň a jenom řiďounkou páru, řidší ještě, než pára jest, kterou povětří unáší, zejmena za proměnlivé povětrnosti. Docela v jiném poměru objevuje se nám výjev ten, když voda teplejší jest než vzduch sám a povětrnost klidná; tu vystupuje hustá pára a u větším množství vzhůru, nežli pára ta, kterou povětří sebou unáší; část této husté páry sráží se v mlhu, a naplní vzduch vlhkem. Z toho

se nám vysvětlí, jak za největší zimy řeky kouřejí, páru vypařují; jest totiž voda teplejší a vzduch studenější.

Obsah tepla páry rozličných stupňů.

Již z předu podotknuto bylo, že než voda 0° v páru se promění, k tomu $6^2/_5$krát víc tepla zapotřebí, nežli voda na stupeň varu přivedená, tepla zpotřebovala.

Nevezme-li se ohledu na teplo vodě za 0° přináležící, může se množství tepla páry u porovnání s množstvím tepla vody 100° za $6^2/_5$krát tak veliký považovati.

Aneb: poznamenáme-li množství tepla vody za 100° = 100 *w*, vyjádříme pak množství tepla 1 libry páry s 640 *w*; protože ale pára i voda toho stupně stejnou teplotu má, musí nevyhnutelně pára 540 *w* tepla v stavu zatajeném, 100 *w* v stavu zjevném obsahovati.

Jestli nám prosté (absolutné) množství tepla u páry povědomo, můžeme vypočítati:

1. mnoho-li tepla jisté množství vody jakékoliv teploty spotřebuje, nežli se v páru promění;
2. mnoho-li páry za příčinou dodaného tepla se vyvine;
3. mnoho-li tepla jisté množství páry odstoupí, jestli se ve vodu pára srazí; a
4. mnoho-li tepla jistému množství páry se odejmouti musí, buď aby se částečně, aneb úplně opět ve vodu proměniti mohla.

Všecky pokusy pro stanovení množství tepla u páry zavedené dali výsledky rozličné, za příčinou úbytku neb přibytku tepla. Dle některých stanoven obsah veličinou 630, dle jiných více méně 650 *w*; proto se podržel průměr, jenž udal 640 *w*, až Regnault svými zevrubnými pokusy určil množství tepla u páry na 637 *w*. Tentýž Regnault rozřešil zároveň otázku, zdali zatajené teplo páry jakékoliv teploty a hustoty stálé, totiž nepromĕnlivé setrvá; o čem dva sobě odporné náhledy panovaly, a sice:

Tvrdilo se z jedné strany, že veličina, vyjadřující zjevné teplo, tedy v úhrnu, stálá jest; totiž: přibývá-li zjevného tepla, v té samé míře zatajeného ubývá. Z druhé strany tvrdilo se opět, že zatajené teplo povždy stálé, a zjevné proměnlivé jest. Ku př. dle náhledu prvního byloby množství tepla u páry jakéhokoliv stupně teploty vždy 640 *w*, a proto také pára 130° C. držela by 130 *w* zjevného a jenom 510 *w* zatajeného tepla.

Dle náhledu druhého zaujímala by pára 130° C.: 540 *w* zatajeného a 130 *w* zjevného tepla; úhrnem 670 *w*.

Regnault uvedl oba tyto náhledy v pochybnost, a stanovil z výsledku svých pokusů: Teplo zatajené i teplo úhrnem (zatajené a zjevné dohromady) mění se zároveň s teplotou, s tím rozdílem, že přírůstek úhrnového a úbytek zatajeného tepla nejinačí se takovým rychlým postupem, jak v obou hořejších náhledech naznačeno.

Úhrn zjevného a zatajeného tepla v 1 libře páry za teploty t^0 vyjádřil ve formuli

$$s = 606{\cdot}5 + 0{\cdot}305t^0;$$ kde veličina 606·5

vyjadřuje ono množství tepla, které 1 libra vody vyžaduje, by se v páru 0^0 proměniti mohla. Z formule se vynajde když $t = 0$; takovým způsobem sestavena přístojící tabulka:

Tlak v atmosf.	teplota t.	úhrn tepla na 1 libru	zatajen. tepla na 1 libru	tlak v atmosf.	teplota t.	úhrn tepla na 1 libru	zatajeného tepla na 1 libru
0·006	0	606·5	606·5	3·5	140·6	648·4	507·8
0·0228	20	612·6	592·6	4	145·4	650·8	505·4
0·0698	40	618·7	578·7	5	153·1	653·2	500·1
0·1905	60	624·8	564·8	6	160·2	655·4	495·2
0·4633	80	630·9	550·9	7	166·5	657·3	490·8
1·0	100	637·0	537·0	8	172·1	559·0	486·9
1·5	112·2	640·7	528·5	9	177·1	660·5	483·4
2·0	121·4	643·5	522·1	10	181·6	661·9	480·3
2·5	128·8	645·8	517·0	20	214·7	672·0	457·3
3·0	135·1	647·7	512·6	50	265·9	687·6	421·7

Dle této tabulky zaujímá jedna libra páry 100^0 teplé 637 *w* úhrnového tepla; 1 libra páry dvojnásobného tlaku o 6·5 *w* víc, než 1 libra páry jednoduchého tlaku; a tak opět 1 libra páry čtyrnásobného tlaku o 3.1 *w* než jedna libra páry trojnásobného tlaku atd.

Pro větší zřetelnost mysleme si dva kotle stejného obsahu, a ku př. jeden i druhý 3000 libratni vody naplněný.

Vyvinuje-li se v jednom pára tlaku trojnásobného, a v druhém tlaku čtvernásobného, bude pro výhřev vody plodící páru čtvernásobného tlaku 10·3 × 3000 *w* teploty zapotřebí víc, než pro výhřev vody plodící páru trojnásobného tlaku. Jakmile ale výhřev tohoto stupně dosáhl, že plodí kotel páru setrvale tlaku čtvernásobného, přibírá potom pouze pro páru kotel tento na každou libru 3·1 *w* více, než kotel druhý, v němž se pára pouze trojnásobného tlaku plodí.

Rozdíl tento ohledně na zvýšené teplo jest zajisté nepatrný u přirovnání na docílený výsledek zvýšením tlaku páry.

Dokázanou to věcí, že kapalina dříve do varu nepřijde, pokud vytvořená pára nátlak vzduchu byla nepřemohla, aneb pokud se tlak páry tlaku atmosférovému nevyrovnal.

Dokázáno i dále, že var při normálním tlaku vzduchovém tenkráte nastoupí, když teplota 100° dosáhla; a na stanovišti tomto tlak páry rovná se tlaku vzduchu.

Taktéž již známo jest, že v uzavřené nádobě, pakli tlak páry a s ním i teplota počala vystupovati, zároveň i bod varu u vody vystupovati musel; z čehož vysvítá, že skutečné vaření nastoupiti nemusí. Ustanovilo se co zákon: Pára, vyvinující se z kapaliny vařící, stále a úplně tu samou teplotu drží, jako tato kapalina.

Než i v tom pádu jsou možné úchylky. Již rozdílná nádoba mění stupeň varu. Tak se ku př. shledalo, že vařící voda v kovové nádobě 100° teploty ukazující, v skleněné nádobě bez mála na 102° vystoupila, a teplota tato opět na 100° sklesla, jakmile se rozmletého skla neb jiného kovu přidalo, ač pára bezpochyby ve všech pádech tu samou teplotu a tlak podržuje.

Ještě nápadnější úchylka objevuje se u vařících solných rozpustlin; tyto musejí mnohem horčejší než voda se státi, mají-li do varu přejíti. Poněvadž ale vystupující pára silnějšího tlaku míti nemůže, než tlak vzduchu, do něhož ona vystupuje, proto se soudilo, že v tomto pádu přetopená pára se vyvinuje, — ačkoliv tomu tvrzení opět pokusy Rudbergovy docela odporují. Tento svými pokusy shledal, že vařící solná voda navzdor vyšší teploty přec jen páru 100° vyvinuje, jejíž síla i teplota docela s párou, jenž se z vody vyvinuje, souhlasí.

Dalšího poznamenání sluší učiniti o páře, která se na dně hlubokého kotle tvoří. Taková pára musí o něco vyšší síly míti, proto také jako nejzpodnější vrstvy vody o něco horčejší jest naproti páře z kapaliny vybíhající; neboť mimo tlaku páry i tlak vodového sloupce unésti musí.

Samovolné vyvinování páry.

Voda pod jistým tlakem vzduchu, aneb páry, může jenom následkem výhřevu určitý stupeň teploty dosáhnout.

Z vody, jenž určitého stupně teploty dosáhla, bude se teplo vylučovati, jak brzy tlak vzduchu neb páry se umírnil.

Vyloučené takto teplo zplodí samovolně páru, anižby odtud vodě tepla k tomu se dostalo.

Jestli ku př. vodu pod tlakem vyšším nad 100° zahřejeme a tlak se potom umírnil, a sklesl až na tlak obyčejný 1 atmosféry, vyvine se z vyloučeného tepla samovolná pára.

Jakého povšímnutí množství samovolně vyvinuté páry zasluhuje, vysvítá z následujícího počtu:

Obsahuje-li kotel parního stroje o 20 koních síly, který v 1 minutě 20 liber páry a tudy asi $^1/_3$ krych. stopy vody spotřebuje, 100 krychl. stop vody a 100 krychl. stop páry tlaku 2 atmosférového, musí pára i voda 122° horkou se státi. Bude pak váha vody, počítáme-li 1 krych. stopu = 60 liber, 6000 liber, a množství jejího veškerého tepla bude 6000 × 122 *w* = 732000 *w*.

Dejme tomu, žeby při zastavení parního stroje nejenom trouba, kudy pára do válce přitéká, se zavřela, a pod kotlem oheň uhasl, ale i také současně pojisťovací zámyčka se otevřela. Při takovém stavu kotle bude pára otvorem zámyčky tak dlouho vybíhati, pokud tlak v kotli s tlakem vzduchu se nevyrovná. Teplota vody v kotli sklesne na 100°, a proto setrvá voda ve varu, ačkoliv odnikud nového tepla jí nepřibývá.

Poněvadž ale všecko to teplo, co se poznenáhla z vody tratí, také páru tvoří, a libra páry stále 640 *w* obsahuje, nalezneme množství páry, jenž se tak dlouho vyvinuje, pokud ostatní voda v kotli na 100° nesklesla, následujícím vypočítáním:

Znamenejme toto množství páry písmenem x; ono množství páry spotřebuje 640 x tepla pro sebe, a pozůstalá voda (6000 — x liber) podrží ještě 600000 *w* — 100 x *w*, a oboje toto množství dohromady = 732000 *w* teploty; neboť obsahovala-li voda při odstavení parního stroje = 732000 *w* teploty, musilo se za klesáním teploty z 122° na 100°, 132000 *w* tepla na tvoření páry vyloučiti, kteréž takovýmto samovolným vývinem vydobýti musilo 540 x = 132000, aneb

$$x = 244^4/_9 \text{ liber páry.}$$

Tato vybíhajíc, odnáší kotli 156450 *w* tepla, a ponechává zbývající vodě (asi $5755^1/_2$ liber) 575550 *w* tepla; tedy tratí kotel málem $^1/_5$ celého tepla.

Množství samovolně vyvinuté páry závisí od mnohosti vody v kotli a od výšky teploty nad 100°; nebo čím méně vody v kotli a čím méně tato teplá, tím méně se páry samovolně vyvine. V kotlích, na vysoký tlak zařízených, jest obyčejně méně vody obsaženo, avšak voda ta jest mnohem horčejší, proto také následkem samovolného vyvinování páry následuje větší úbytek vody než teplota její na 100° sklesne.

Tato pára, ač se jí množství znamenité vyvinuje, nenese příčinu rozpuknutí kotle, jak z mnohých stran tvrzeno; neboť,

ačkoliv vývin rychle postupuje, trvá přec jen dlouhý čas, ve kterém zároveň síly páře ubývá, anižby více dosáhnouti mohla takové síly, kterou parní stroj hnala.

Proto v tom pádu, když kotel pukne, musí tohoto neštěstí příčina v něčem jiném se vyhledávati, proto má se zároveň množství samovolně vyvinuté páry jenom co účinek puknutí kotle, jenž spoustu tvoří a škodlivé následky má, považovati.

Byl-li kotel prozanedbán doplňováním vodou, tak že stanoviště vody v kotli hluboko skleslo, rozžhaví se obnažené stěny kotle. A otevřou-li se v tomto stavu pojisťovací zámyčky, nastane okamžité bouřlivé vření, kypění neb klokotání, voda stříká proti otvoru zámyčky a na rozžavené stěny, přičemž se pára spůsobu velmi nebezpečného vyvinuje, která ale rozdílná jest páry samovolné.

Podobný výjev se nám ukáže, když páře pro vybíhání z kotle větší otvor zjednáme, aneb kohoutky pro zkoušení páry a vody v kotli otevřeme, — tu nastoupí taktéž silnější klokotání vody, ač jenom na okamžení, přičemž manometr nepatrně sklesne.

Když oheň pod kotlem, který páru jednoduché síly plodí, uhasnem, přetrhnem tím vývin páry, pokrývka kotle ochladne v brzce, pára prostoru kotle nad vodou se nacházející následkem toho tratí teplo i sílu, a stane se řídší; zároveň ale stává se voda v kotli horčejší a vyvinuje opět páru, což tak dlouho trvá, až voda teplotu pokrývky kotle a páry zaujala. Sklesne-li teplota páry ku př. na 50^0, za které tlak její arcif $7^1/_2$krát slabší jest tlaku atmosféry, ochabne tlak páry přec jen tenkráte, když zároveň i voda na 50^0 ochladla.

Vyplývá z toho, jak ochabnutí páry velmi pozvolna se děje; a zároveň, ač pokrývka kotle pouze páru ochlazuje, prostředně i vodu poznenáhla chladí.

Toto nadržující vyvinování samovolné páry a ochlazení hluboko pod 100^0, kteréby i smáčknutí kotle za příčinou silnějšího tlaku zevnějšího vzduchu co následek míti mohlo, zamezí se, když na kotli se umístí zámyčky, jimiž se vzduch do kotle vpouští, aby tlak u vnitř kotle s tlakem vzduchu z venčí se vyrovnal.

Docela jináče dopadá to s kotlem, který páru vyššího tlaku plodí; tu jest důležité ochladnutí páry, kteréžby po odstavení parního stroje se státi mohlo, tím obmeziti, že se kotli vrchemouplná pokrývka zjedná.

Teplota a pružnost páry, když vybíhá jenom malým otvorem.

Vodu, v otevřené nádobě, můžem jenom až do 100° vyhřáti v nadobě uzavřené však zvyšujc se teplota tak dlouho, pokuď nádobě tepla přivádíme.

Učiníme-li horem nádoby malý otvor, kudyby pára vybíhati mohla, bude tento malý otvor nahromaděnou páru zadržovati, i zároveň její pružnost obmezovati.

Jestli jest otvor ten tak malý, že může ním méně páry vybíhati, než co se jí vyvinuje, bude nevyhnutelně síly i teploty jí přibývati; poněvadž ale přibýváním tlaku i rychlosti, jakou pára vybíhá, přirůstá, musí konečně množství vybíhající páry s množstvím současně se plodící páry v rovnováhu uvedeno býti. Proto dostoupí teplota i síla páry jisté výšky, kterou při určitém otvoru dále překročiti nemůže.

Tohoto obmezeného stupně dostihne se tím dříve, čím otvor větší jest, a jinak-li vývin páry tentýž potrvá; dostihne se jej i také, když plození páry a tudy topení umírníme, otvor však ten samý jako zpředu ponecháme.

Má-li tedy při stálém vývinu páry teplota i síla její ta sama nezměnitelně potrvati, musí se množství vybíhající páry množství plodící se páry rovnati; a proto také, povědomé-li nám množství páry se plodící, bude nám i možno rychlost, jakou pára vybíhá, ustanoviti.

Christian v Paříži podniknul pokusy v tomto ohledu, a upotřebil k tomu kotle, do něhož pohroužil tlakoměr, aby mohl teplotu páry seznati; opatřil kotel plovoucím kamenem, by z klesání vody množství vypařené vody ustanoviti mohl.

Dále spojil kotel s tlakostrojní pumpou aby jej vodou doplňovati mohl, a konečně upevnil na kotel krátkou trubku a na ústí této nasadil plotnu opatřenou otvory rozličné velikosti.

Vnitřní plocha kotle obnášela 364.000 □ milimetrů (487 □″); byl naplněn 10 kilogramy vody, které plochu velikosti 190.000 □ millim. (254 □″) zaujímaly.

První pokusy prováděl prudkým vytápěním kotle; a tyto pokusy objevily dle velikosti otvoru na plotně následující výsledky:

byl-li otvor v plotně	36 □	mil. velký,	byla teplota	$105^1/_2$°
„	18 □	mil.	„	115°
„	9 □	mil.	„	138°
„	$30^1/_2$ □	mil.	„	112°
„	112 □	mil.	„	101°
konečně byl-li otvor	490 □	mil.	„	100°;

a výjev tento poslední vyrovnal se tomu, jakého se docílilo, když

kotel zcela otevřen byl; byla totiž teplota 100° a tlakoměr okazoval 76·2 centm.

Při těchto pokusech se pozorovalo, že ve 3 minutách kotel 1 kil. vody vypařil.

Z toho patrno, jak nemožno i nejprudším ohněm vodu nad 101° vyhřáti, jestli otvor, kterým pára vybíhá, $\frac{122}{190000} = \frac{1}{1560}$ díl plochy ohněm obklopené, obnáší; též nemožno vodu nad 112° vyhřáti, jestli otvor $\frac{30^1/_2}{190000} = \frac{61}{380000} = \frac{1}{6240}$ díl, a taktéž nemožno vodu nad 138° vyhřáti, jestli zmíněný otvor pro vybíhání páry $\frac{9}{190000} = \frac{1}{21000}$ díl plochy ohněm obklopené obnáší, a obmezuje i při sebe prudším ohni tlak páry na $3^1/_2$ atmosfér.

Při pokusech jiných vytápěl kotel mírným jenom ohněm, takže teplota kotle stále jenom 101° zaujímala, i když otvor v plotně, pro vybíhání páry se zjinačil.

Zároveň zůstal tlak páry stejný, totiž 103 atmosfér, a taktéž zároveň stejná zůstávala rychlost vybíhající páry.

Čím otvor menší byl, tím zdlouhavěji a tím méně páry se vyvinovalo, protože jí jenom malá část vybíhati mohla.

Výsledky byly následující:

otvorem	36 □ mil.	vybíhala pára	$8^1/_2$ minut
„	18 □ mil.	„	18 „
„	9 □ mil.	„	34 „

Pokusy druhu posledního vyskoumal mnoho-li času 1 kil. páry, teploty vyšší a tedy i větší síly, potřebuje, aby pára otvorem určité velikosti vybíhati mohla, a shledal že otvorem 9 □ mil.

pára 105°	potřebovala	13 minut k vybíhání,			
110°	„	$8^1/_2$ „	125°	potřeb.	$4^1/_2$ min.
115°	„	$6^1/_6$ „	130°	„	$3^7/_8$ „
120°	„	$5^1/_3$ „;	135°	„	3 „

Jakou zvláštní rychlostí pára vybíhá, možno takto vypočítati:

K vybíhání 1 kil. páry 110° zapotřebí dle hořejšího vyskoumání $8^1/_2$ minut aneb 510 sekund.

Protože 1 krychl. metr takovéto páry 0·805 kil. váží, musí obráceně 1 kil. páry této $\frac{1000}{805}$ aneb asi $^5/_4$ krychl. metrů zaujmouti. A protože za 1 sekundu $\frac{1}{510}$tý díl objemu aneb $\frac{5}{4} \times \frac{1}{510} = \frac{5}{2040} = \frac{1}{408}$ krychl. metrů páry vyběhne, a sice

otvorem $\frac{9}{1,000.000}$ aneb $\frac{1}{111.111}\square$ metrů, musí tedy papršlek čili délka vybíhající páry za 1 sekundu $\frac{1}{408} = \frac{1}{111.111}$ x, aneb $x = \frac{1}{408} : \frac{1}{111.111} = \frac{111.111}{408} = 272$ metrů obnášeti, čili rychlostí 272 metrů vybíhati.

O rychlosti, jakou pára z otvoru vybíhá, a jak se theoretickým způsobem stanoví.

V podstatě vytéká jak pára i vzduch takovou rychlostí, jakou by těleso, kdyby z výše H, kteráž se rovná výšce sloupce páry stejné hustoty, padalo, a jehož tíže by se tlaku páry vyrovnávala.

Pára 1 atmosféry aneb tlaku 0·76 metrů, jest málem 1700krát lehčí než voda, a následovně 1700 × 13·6 = 23120krát lehčí než rtuť. Sloupec páry tlak 0·76 m. působící dosáhl by 0·76 × 23120 = 17571 metrů výšky, a těleso, které by s takové výšky padalo, nabylo by rychlosti V za 1 sekundu.

$V = \sqrt{2g \times 17571}$; poněvadž veličina g znamená přirychlení padajícího tělesa za sekundu, jenž 31·02 stop aneb 9·8 m., a tedy 2g = 19.62 metrů obnáší, máme

$$V = \sqrt{19.62 \times 17571} = 587 \text{ metrů};$$

a dle theoretického tohoto navedení vybíhá pára jednoduchého tlaku rychlostí 587 metrů v 1 sekundě.

Výšku H, která tuto rychlost způsobila, určíme, jestli rtuťový sloupec h, vyjadřující tlak páry, poměrem hustoty rtutě k páře násobíme.

Když 1 krychlový metr rtuti 13598 kilogramů, a 1 krychl. metr páry 0·5896 kilogramů váží, obdržíme srovnalost

$$P : p = 13598 : 0·5896, \text{ aneb poměr}$$

$$\frac{P}{p} = \frac{13598}{0·5896}; \text{ tudy výška}$$

$$H = 0.76 \times \frac{13598}{0·5896} = 17571, \text{ a rychlost}$$

$$V = \sqrt{2g \times h} \times \frac{P}{p}$$

Kdybychom chtěli vypočítáním určiti rychlost, jakou pára silnějšího tlaku do povětří aneb do nádoby zmenšeného tlaku

vybíhá, musili bychom místo h, znamenající rtuťový sloupec tlaku 1 atmosféry, do formule vřaditi h' — h, znamenající rozdíl tlaku páry, tlakoměrem určený; pak obdržíme:

$$V = \sqrt{2g \times (h' - h) \times \frac{P}{p}}, \text{ aneb}$$

$$V = \sqrt{19 \cdot 62 \times (h' - 0 \cdot 76) \times \frac{13598}{p}}; \text{ a}$$

pojmenujeme-li pro zkrácení h' — h = H, obdržíme

$$V = \sqrt{\frac{266760\ H}{p}}.$$ Zapotřebí tu pouze jenom zvěděti, jak velký tlak páry, a mnoho li 1 krychlový metr té samé páry váží. Ku př.

Jakou rychlostí musí pára 105° C. teploty, jejíž tlak určený tlakoměrem na 0·898 m., a jejíž poměrná váha 0·687 kil. jest, vybíhati? $V = \sqrt{19 \cdot 62 \times (0 \cdot 898 - 0 \cdot 76) \times \frac{13598}{0 \cdot 687}}$, aneb

$V = \sqrt{(19.62 \times 0 \cdot 138 \times 19793)} = 230$ metrů za 1 sekundu.

Podobným vypočítáním docíleno následujících výsledků:

Teplota	h'	H neb h' — h	p	$\frac{P}{p}$	V
100°	0·760 m	0 m	0·5896 k.	23120	0 m
105	0·898	0·138	0·687	19793	230
110	1·059	0·299	0·800	16997	314
115	1·237	0·477	0·922	14748	370
120	1·433	0·673	1·054	12901	412
125	1·672	0·912	1·214	11201	448
130	1·958	1·198	1·405	9678	475
135	2·280	1·520	1·615	8419	500

Jestliže výsledky rychlosti u výtoku páry počtem stanovené s výsledky praktických pokusů Christianových srovnáme, objeví se nám nápadná shodnost, zvláště když poslednějším pro znamenité zřídnutí páry za výtokem z malého otvoru $^1/_5$ výsledku připočteme:

Teplota	theoreticky stanovená rychlost	prakticky stanovená rychlost	rychlost s přirážkou $^1/_5$
105°	230 m	208 m	249 m
110	314	273	327
115	370	324	389
120	412	334	401
125	448	347	417
130	475	363	432
135	500	397	476

Ku př.: Když pára 105° horká, rychlostí 230 metrů vybíhá, a otvor zámyčky 15 ▢ cm. velký jest, mnoho-li páry vyběhne za 12 sekund? $\frac{12 \times 15 \times 230}{100 \times 100} = \frac{9 \times 23}{50} = \frac{207}{50} = 4{\cdot}14$ krychlových metrů.

Dle následujícího seřadění udána jest rychlost páry rozličného tlaku, vybíhá-li:

A) do hustiče a jestli má

tlaku 1	atmosférového,	má pak rychlosti	582	metrů za 1 sek.
2	„	„	603	„
3	„	„	612	„
4	„	„	617	„
10	„	„	637	„
20	„	„	653	„

B) do povětří a má-li

tlaku 1·02	atm.,	má rychlost	83	m.;	1·75	atm.	rychl.	394 m.
1·05	„	„	129	„	2·00	„	„	427 „
1·08	„	„	161	„	$2^1/_4$	„	„	451 „
1·10	„	„	178	„	$2^1/_2$	„	„	472 „
1·16	„	„	220	„	$2^3/_4$	„	„	488 „
1·2	„	„	242	„	3	„	„	502 „
1·3	„	„	285	„	$3^1/_2$	„	„	520 „
1·4	„	„	318	„	4	„	„	537 „
1·5	„	„	343	„	$4^1/_2$	„	„	549 „
1·6	„	„	368	„	5	„	„	562 „

C) do nádoby v níž se vyššího tlaku nad 1 atm. nachází.

pára tlaku	nádoba tlakem						
	3 atm.	$2^3/_4$	$2^1/_2$	2	$1^3/_4$	$1^1/_2$	$1^1/_4$
5 atm.	396 m.	421	444				
4	311	347	380	439	466	491	515
3	0	178	251	355	396	423	469

Ze všech uvedených výsledků o rychlosti páry, vyplývá: Pára nebo vzduch není v stavu z jednoho prostoru do druhého vybíhati, jestli tlak obou prostor stejný jest. Vybíhání uskuteční se jen tehdá, když mezi tlakem první a druhé prostory rozdíl panuje, a čím rozdíl tento větší, tím i rychlejší vybíhání nastane.

Protože pára z kotle do válce přebíhá, musí tlak páry v kotli něco větší než tlak páry ve válci býti, což odtuď pochodí, že pára mezi vybíháním o něco málo zřídne; zřídnutí toto jest tím větší, čím trouba, spojující kotel s válcem, v poměru k válci užší jest.

Dále nebyloby možno dokonale vypočítati z prostory válce zpotřebu množství páry, kdyby rozdíl tlaku v kotli a válci znám nebyl, proto žeby účinek theoretický mnohem větší se ukázal, kdybychom pouze jako obyčejně, vykonanou dráhu písti v prostoru válce násobili s tlakem páry v kotli.

Z této okolnosti však nevyplývá, žeby mechánická práce jakési ztráty utrpěla; nebo jestli že za vybíhání pára ku př. o $^1/_{10}$ zřídnula, a tlak páry na píst také o tolik umenšen: musí proto píst v tom samém poměru větší dráhu vykonati.

Má se to tak, jako kdyby dva dělníci, jeden silný, druhý slabý, měli jednu a tutéž práci vykonati.

Oba práci vykonají, však tím rozdílem, (jedná-li se tu o to, břemeno z místa na místo odnésti,) že silnější svůj úkol vykoná dráhou kratší, a slabší dělník dráhou delší, protože břemeno na jednou neunese.

Mechanická síla páry.

Až potuď uvažovali jsme tlak uzavřené páry rozličné síly, vyvozený na stěny nádoby. Nyní však pustíme se do skoumání a stanovení síly páry, když svým tlakem na plochu pohybující účinkovati může. Skoumání toto stane se tím důležitější, poněvadž nám objeví účinky páry, totiž její mechanickou sílu, které se na párních strojích co pohybovací síly vynakládá a používá.

Pára může pohybování čtyrnásobným spůsobem vyvoditi:

1. plným svým tlakem na plochu pohyblivou, je-li protější tlak menší;

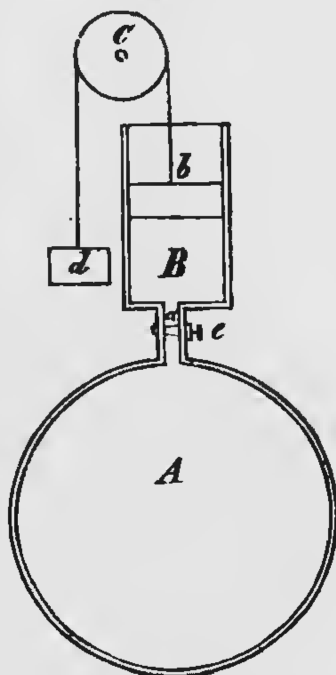
2. svou rozpínavostí a sice tak dlouho, dokuď pohybující plocha zmenšeným úsilím odporuje;

3. v záporném směru, totiž, když síla páry ochlazením tak ztenšena, že tlak protější na plochu pohyblivou větší silou účinkuje;

4. zpětným tlakem; totiž, jestli v nádobě pohyblivé tlak uzavřené páry zrušíme.

Uděláme-li v nádobě otvor, zrušíme tím na místě otvoru tlak páry na její stěny, a nádoba se bude pohybovati.

Obrazec 1.



Abychom velikost mechanické síly, jakouž pára rozličné teploty za plného tlaku vyvoditi dovede, sobě znázorniti mohli, mysleme si v obrazci 1.: *A* kotel páru plodící, která do válce *B* troubou *a* a tudy také pod píst *b* vystupovati může, je-li kohout *e* otevřený. Mysleme si dále že by závaží *d*, jež píst v rovnováze udržuje a tření pístě ve válci, obé = o; bude pak na píst zevnitř pouze tlak vzduchu působiti, a sice jakoby nad každým □" $12^3/_4$ víd. liber, aneb nad každým 1 □ cm. 1·03 kilogramů tlačilo. Zajisté, pokuď síla páry nevyrovná se síle vzduchu, pára pístí ani nehne; jakmile ale síla páry účinlivější se stane, bude také silnější než protější tlak vzduchu; pára vytlačí píst do výšky, a naplní válec.

Jestli pára sílu $1^1/_2$ atmosfér má, musilaby píst asi $6^3/_8$ librami nad každým 1 □" tlačena býti; kdyby se pohybovati neměla, a kdyby pára síly 2 atmosfér nabyla, musilo by břemeno nad 1 □" $12^3/_4$ liber veliké býti, aby pohybování pístě zamezilo. Aby však pohybování pístě do výšky nastati mohlo, musí tlak břemena nad pístí menší býti tlaku páry: proto vyzdvihne pára síly 2 atmosférové tolikrát $12^3/_4$ liber, kolik □" plocha pístě zaujímá. Ku př. plocha 10 □", kdyby pára 2 atmosférové síly na ni působila, vyzdvihla by $127^1/_2$ liber těžké břemeno. To vše mělo by svou platnost tehdá, kdyžby válec horem otevřen byl. Uzavřeme-li však válec horem, a v této uzavřené prostoře bylby tlak menší než tlak vzduchu, tuby dostačila pára taktéž slabší ku vytlačení pístě, a pára síly dvou atmosférové vytlačila by větší břemeno než $12^3/_4$ liber nad 1 □" tížící. Kdyby však prostor uzavřený nad pístí vzduchoprázdný byl, postačila by potom nejslabší pára píst vyzdvihnouti; pakby tlak páry 2 atmosférové vyzdvihl břemeno $25^1/_2$ liber nad každým 1 □" naléhající, a v tomto pádu bylaby mechanická síla páry zajisté největší.

Mysleme si konečně, jakoby válec parou naplněn byl, a zavřený kohout *e* vybíhání páry z kotle do válce úplně zamezil.

Pára v takovém stavu ochladne, potratí hustotu a sílu, a vzduch naléhajíce horem stlačí píst i kdyby mimo váhy *d* ještě jiná zavěšena byla.

Kdyby zřídnutá pára jenom ještě sílu $^1/_2$ atmoféry měla, mohlo by s opominutím tření $6^3/_8$ liber, (počítaje na 1 ☐" $12^3/_4$ liber), zavěšeno býti, kdybychom páře všecku sílu odebrati chtěli.

Dle předcházejících vysvětlení možno nám bude ustanoviti velikost mechanické síly jistého množství páry ve všech možných pádech, jestli prozatím u vypočítání váhu a tření, pístí vyvozené, pomineme.

Vypočítejme nejdříve absolutní (pouhou) sílu 1 libry aneb 1 kilogramu obecné jednoduché páry, jejíž tlak = tlaku 1. atmosféry, kdyžby na protější plochu pístě žádný tlak neúčinkoval.

Jedna libra vody zplodí asi $27^1/_5$ angl. krychl. stop jednoduché páry. Kdyby plocha pístě zaujímala 1 ☐' a pára z 1 libry vody zplozená do válce svedena byla, vyzdvihla by píst do výšky $27^1/_5$', i s břemenem 2088 liber velikým; neboť tlak páry síly 1 atmosférové (nad 1 ☐" $14^1/_2$ libry) jest nad 1 ☐' = 144 ☐", $14^1/_2$krát tak velký, a tudy 144 × $14^1/_2$ = 2088 liber. Jedna libra páry vyzdvihla by břemeno 2088 liber těžké na výšku $27^1/_5$ stop; aneb, co jedno jest: 2088 × $27^1/_5$ = 56790 liber na výšku 1 stopy.

Dle vídeňské míry obnášela by vyvozená síla nad 1 ☐', 144 × $12^3/_4$ = 1836 liber; a protože 1 krychl. stopa vody váží 56·4 libry, a 1 libra obráceně opět = 0·01773 krychl. stopmi, proto 0·01773 krychl. stop vody vydají

0·01773 × 1700 = 30·141 krychl. stop páry a
1836 × 30·141 = 55338 librostop aneb:

Síla jednoduché páry zplozena z 1 libry vody dovede 1836 vídeň. liber na výšku 30·141 stop aneb což totéž 55338 liber na výšku 1 stopy vyzdvihnouti čili vytlačiti:

Dle metrické míry počítá se 17569 kilogramů vytlačených na výšku 1 metru.

Kdyby páře hustoty v tom samém poměru přibývalo, jako rozpínavosti, musila by mechanická síla 1 libry přibýváním rozpínavosti zároveň stejně zvýšena býti. Protože ale jak již povědomo, poměrný tlak páry vyšší teploty o něco větší jest, anto rozpínavost rychleji než hustota postupuje, musí tudy také mechanická síla hustší páry větší se státi než páry řidší. Ku př.

Kdyby pára 2 atmosférová u porovnání s parou 1 atmosférovou měla dvojnásobně hustá býti, musila by 1 libra vody páry 2 atmosphérové $\frac{27^1/_5}{2} = 13^3/_5$ krychl. stop vydati. Tato pára

vyvodila by pak nad plochou 1 □" 2 × 2088 = 4176 liber tlaku a její mechanická síla musila by $13^3/_5$ × 4176 = 56790 librostop obnášeti.

Tomu ale tak není; známo nám, že pára dvojnásobného tlaku se poměrně má k páře jednonásobné jako 1114 : 589; vydá dle udaného poměru 1 libra vody 14·4 krychl. stop dvojnásobné páry a mechanická její síla 14·4 × 4176 = 60134 librostop.

Prechtl udává mechanickou sílu, tlak, množství páry a teplotu dle Reaumura, z 1 libry vypařené vody ve vídeňské míře, jak následuje:

Teplota	tlak	množství páry	mechanická síla
$65^1/_8{}^0$ R.	$^1/_2$ atm.	57·2 krychl. st.	52452 l. st.
$75^1/_2$	$^3/_4$	39·5	54286
80	1	30·13	55237
$97^1/_2$	2	15.94	58450
$108^1/_2$	3	11·01	60570
$116^1/_2$	4	8·47	62107
$123^3/_4$	5	6·93	63240
148	10	3·71	68054
$164^1/_3$	15	2·59	71143
$176^3/_4$	20	2·00	73555

Působí-li však na protější plochu písti tlak vzduchový, ustanovíme poměrnou mechanickou sílu, když účinek tlaku vzduchu odečteme od tlaku páry. Ku př. Měli bychom páry 1 libru ve $20^1/_2$ angl. stopách a $1^1/_4$ tlaku atmosférového, protější tlak na 1 □" obnášel by 3 libry aneb 432 liber na 1 □', jakou poměrnou mechanickou silou bude tato pára účinkovati?

$2088 \times 1^1/_4 \times 20^1/_2 - 432 \times 20^1/_2 = (2088 \times {}^5/_4 - 432)\ 20^1/_2 = 44649$ librostopami a absolutný její účinek: $2088 \times 1^1/_4 \times 20^1/_2 = 53505$ librostop.

Absolutný dynamický účinek E 1 kilogramu páry v kilogrammetrách (km) určíme, když objem V 1 kil. páry určené v litrách s výškou h vodního sloupce v metrech násobíme; vyjádřiti se dá formulí $E = Vh$.

Relativný dynamický účinek E' se ustanoví, když protější tlak = 1 atm. od E odčteme 10·33 × V. Obdržíme pro páru,

atm.		V		h		E km.		E' km.
1	když V =	1696	a h =	10·33 m.,	E =	17520	a E' =	0
$1\frac{1}{2}$	„	1169	„	15·5	„	18120	„	6040
2	„	898	„	20·67	„	18570	„	9290
$2\frac{1}{2}$	„	732	„	25·84	„	18910	„	11350
3	„	619	„	31	„	19190	„	12790
$3\frac{1}{2}$	„	538	„	36·17	„	19450	„	13890
4	„	470	„	41·31	„	19700	„	14770
$4\frac{1}{2}$	„	428	„	46·5	„	19900	„	15480
5	„	389	„	51·67	„	20110	„	16090
6	„	330	„	62	„	20460	„	17060
8	„	255	„	82·7	„	21090	„	18450
10	„	208	„	103.3	„	21500	„	19350

z čehož vysvítá, žeby zavedení hustiče (kondensatoru) jenom značným prospěchem u páry tlaku nízkého upotřebiti se dalo, an účinky oba, čím pára vyššího tlaku nabývá, se k sobě znamenitě přibližují.

Mechanický účinek páry, pokud se tato rozpíná.

Kdybychom do válce jenom takové množství páry vpustili, kteréby stačilo píst i s břemenem do půl válce vytlačiti, nevyhnutelně zůstane píst na tomto stanovišti státi, poněvadž by síla mechanická páry vyčerpána byla; a opět píst vystupovati by musela, když bychom břemeno polehčili, což by se tak dlouho opakovati mohlo, až by síla rozpínavosti vyrovnala se tíži břemena. Umenšíme-li břemeno poznenáhlu o polovici, musí pára asi na dvojnásobný objem se rozepnouti, čímž by potom ještě jenom asi polovic rozpínavé síly měla, a tudy také jenom poloviční břemeno na stejnou výšku vytlačiti dovedla. Pára takovýmto způsobem upotřebena, vyvodí nad polovic většího účinku.

Pro snadnější porozumění, jak účinek jistého množství páry zvýšiti možno, pokavad se ještě rozpínati může, mysleme si válec parního stroje ve 20 stejných dílů aneb výšku pohybu písti ve 20 stejných stanovišť rozdělený.

Zarazíme-li vbíhání páry do válce, když píst čtvrtý díl svého pohybu ukončila, bude tudy pára v 5 stanovištích plným svým tlakem účinkovati. Jmenujme sílu plného tlaku páry v 1 stanovišti = 1, bude účinek

na 1. stanovišti	= 1	= 1,	na 11. stanovišti	= $^5/_{11}$	= 0.45
2. „	1	1	12. „	$^5/_{12}$	0.42
3. „	1	1	13. „	$^5/_{13}$	0.39
4. „	1	1	14. „	$^5/_{14}$	0.36
5. „	1	1	15. „	$^5/_{15}$	0.33
bez přítoku páry:					
na 6. stanovišti	$^5/_6$	0·83	16. „	$^5/_{16}$	0.31
7. „	$^5/_7$	0·71	17. „	$^5/_{17}$	0·29
8. „	$^5/_8$	0·63	18. „	$^5/_{18}$	0·28
9. „	$^5/_9$	0·55	19. „	$^5/_{19}$	0·26
10. „	$^5/_{10}$	0·50	20. „	$^5/_{20}$	0·25
			úbrn celého účinku		11·56

Pára na 1. 2. 3. 4. a 5. stanovišti vydala pokaždé stejného účinku, totiž = 1, protože spotřebovaná pára nahražována byla čerstvě vbíhající v každém z pěti prvních stanovišť; v 6. stanovišti zaražen přítok, mohla tudíž pára pouze účinek o $^1/_6$ jednoho dílu zmenšený vyvésti; nebo za přibýváním prostory, tlak páry uzavřené se umenšuje a tedy i její účinek, aneb srovnáme-li poměry prostor a účinků, máme 5 : 6 = x : 1 aneb x = $^5/_6$ = 0·83, necháme-li tu samou páru místo na 5, na 7 stanovišť účinkovati, dostaneme ze srovnalosti 5 : 7 = x : 1 aneb x = $^5/_7$ = 0·71 a t. d.

Kdybychom byli přítok páry nezarazili, ovšem by byl účinek = 20, avšak účinek tento byl by 4krát více páry stál. Docílili jsme čtvrtým dílem páry, upotřebíce rozpínavosti její, více než polovici stejného účinku; musil by tedy účinek páry $^4/_4$ dílu s rozpínavostí upotřebený rovnati se dvojnásobnému účinku, jako kdyby se páry bez rozpínavosti bylo užilo.

Pro snažší pochopení, mysleme si ještě jednou pohyb písti na 20 stejných dílů rozdělený a jmenujme množství vynaložené páry na $^1/_{20}$ pohybu písti = 1 máz a ustanovme mechanickou sílu 1 mázu páry plného tlaku = 4; bude, jestli

1. přítok páry nezarazíme, na celý pobyb 20 mázů páry zapotřeby a její účinek bude se rovnati 20 × 4 = 80,

2. zarazíme-li přítok páry ve $^3/_4$ pohybu písti, bude až k zaražení 15 mázů páry potřebí, jejíž účinek 15 × 4 = 60

na 16. stanovišti	bude	účinek	3·75
17.	„	„	3·52
18.	„	„	3·34
19.	„	„	3·17
20.	„	„	3·00
		úhrnem	76·78

a tu vypadá na 1 máz páry 5·12 mechánické síly.

3. Zarazíme-li přítok páry v polovici pohybu písti, bude zpotřeby páry 10 mázů; účinek prvních 10 stanovišť = 40
účinek druhých 10 „ 26·70
úhrnem 66·70

a na 1 máz páry vypadá 6·67 mechánické síly.

4. Zarazíme-li přítok páry již ve $^1/_4$ pohybu písti, bude zpotřeby páry 5 mázů a účinek 20 + 26·28 = 46·28 a proto vypadá na 1 máz páry 9·25 účinku.

Skutečné rozmnožení síly páry rozpínavé, nenechá se počtem úplně ustanoviti; neboť kdyby tepla páře žádnou stranou neubývalo, ubývá již teploty za rozpínáním, a při poloviční své hustotě vydává již jen poloviční síly.

Rozepne-li se dvojnásobná pára 122° na objem jednoduché, ubyde 22° teploty, protože zjevné teplo zatajeným se stane; rozepne-li se na čtvernásobný objem, sklesne teplota její na 82°.

Tak jak síly rozpínavé páry poměrně k její hustotě víc přibývá, tak opět obráceně u větším poměru jí ubývati musí.

Z okolnosti této poznáme, že rozpínavé páry vynakládá se vždy s větším prospěchem za tlaku menšího.

Avšak z příčiny, že jsme v předešlých počtech povždy výsledek síly páry na konci každého stanoviště udali, neuchyluje se tento mnoho u porovnání s výsledkem průměrně stanoveným od skutečnosti.

Watt domníval se že 1 libra páry čtvernásobně rozepnutá, $^3/_5$krát takový účinek vydá, jako 4 libry páry bez rozpínavosti vynaložené, a Robinson, nebera ohled na ubývání teploty, počítal rozmnožený účinek páry rozpínavé:

u $^1/_2$ pohybu písti	1.7,	u $^1/_6$ pohybu písti	2·8
$^1/_3$ „ „	2·1	$^1/_7$ „ „	3·0
$^1/_4$ „ „	2·4	$^1/_8$ „ „	3·1
$^1/_5$ „ „	2·6		

Tím samým způsobem shledáme, že 1 máz páry, jakéhokoliv tlaku, necháme-li ji na dvounásobný objem rozepnouti, aneb což jedno jest, zarazíme-li přítok páry do válce v poloviční výšce pohybu písti, 0·84krát tolik účinkuje, jako 2 mázy páry toho samého tlaku za stálým přítokem; zarazíme-li přítok páry: v $^1/_3$ válce bude účinek 0·70krát takový jako trojnásobné množství té samé páry za stálým přítokem

v $^1/_4$ dílu máme účinek	0.57	páry	4násobného	množství	přítokem
$^1/_5$ „	0·52	„	5	„	„
$^1/_6$ „	0·46	„	6	„	„
$^1/_7$ „	0·42	„	7	„	„
$^1/_8$ „	0·39	„	8	„	„

Zarazíme-li přítok páry do válce v $^1/_5$ pohybu písti, vběhne tudy 5krát míň páry do válce a však tato vyvede účinku polovičné velikosti síly, jakouby paterónásobného množství bez rozpínavosti vyvedla.

V novější době vynakládá se pára rozpínavostí vždy víc a víc i hledí se k tomu všemožnými prostředky, zabrániti schladnutí válce, aby pára teplotu ve válci nepotratila.

Mezi jinými prostředky jest obalování válce zvířecími chlupy obyčejný, aneb se staví válec do válce většího a prostor mezi oběma vyplňuje se horkou parou.

Prechtl následujícími formulemi stanovil rozmnožený účinek páry:

1. v tom pádu, kdyby teplota páry se neměnila a stále ta samá byla $e = E \times 2{\cdot}3 \log. n$; znamená tu n počet, mnoholinásobně pára se rozpíná a E znamená mechanický účinek množství páry bez rozpínavosti;

2. v tom pádu, kdyby teplota páry zároveň s rozpínavostí klesala $e' = 11\ E \times (1 \frac{1}{n} \frac{1}{11})$

Podle obou formulí možno určiti ve vídenských mírách rozmnožený účinek rozpínavé páry tlaku od 1 až 5 atmosfér a od 2 až 6 násobné rozpínavosti.

Tabulka pro ustanovení rozmnoženého účinku dle formule e

pára	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5
jednoduchá	39287	60685	76575	88900
2násobná	40515	64213	81031	94074
3 „	41984	66543	83968	97484
4 „	43050	68230	86100	99957
5 „	43835	69476	87671	101780

Tabulka pro ustanovení rozmnoženého účinku dle formule e'

pára	n = 2	n = 3	n = 4	n = 5
jednoduchá	37106	57753	71947	82701
2násobná	39260	61114	76133	87514
3 „	40690	63330	78893	90686
4 „	41722	64936	80895	92987
5 „	42483	66120	82370	94684

Připočtemc-li k těmto výsledkům ty, které Prechtl pro určení mechanického účinku E v tabulce na stránce 29 obsažené, stanovil, nalezneme potom účinek mechanické síly, kterou 1 libra páry za rozdílné rozpínavosti vyvoditi může. Ku př.

Pára 4násobné hustoty, rozepne-li se na 5násobný objem, vyvodí mechanický účinek, když E = 62107

e = 62107 + 99957 = 162064

é = 62107 + 92987 = 155094

Z toho vysvítá, jak znamenitě účinek páry se zvýší, když se jí prvotné teplo zachová, což se jenom přiváděním nového tepla uskutečniti dá. Však jest opět nemožné, tak rychlým způsobem přivádění tepla z venčí uzpůsobiti, aby teploty páře u vnitř válce neubývalo.

Když pára 4násobného tlaku zaujímá 146° teploty a 2096 hustoty, a tuto páru na 5násobný objem rozepneme, zřídne na 419, a takováto hustota páry zaujímá potom jenom 90° teploty.

Této rozepnuté páře musiloby se tolik nového tepla přivésti, aby její teplota opět 146° obnášela, tudy o 57° tepla více.

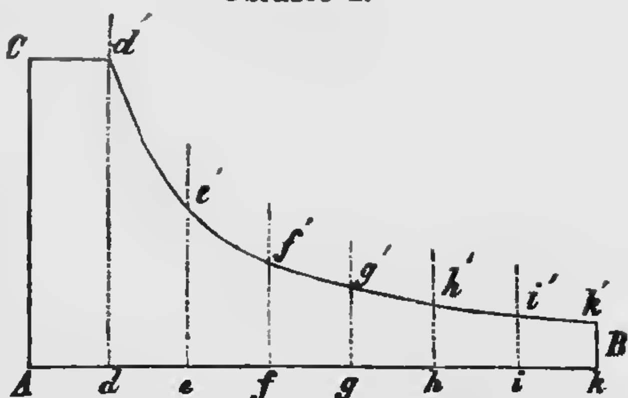
Poněvadž ale 1 libra páry, bez dalšího vyhřívání 600 *w* vyžaduje, jestli voda již na 40° ohřáta, vyžadovalo by tudy udržení teploty 146° stálé víc než $^1/_{10}$ tepla nového.

Účinky obou způsobů, páry s obnoveným teplem a páry, jejíž teplota ochladnutím klesá, v poměr postavený, dají 162: 155, a proto se docílený prospěch obnovováním tepla nikdy nevyrovná zpotřebě $^1/_{10}$ tepla, kterýby se k tomu účeli vynakládati muselo. I kdyby k udržení stálé teploty ani takového množství tepla zapotřebí nebylo, muselo by se předc jen mnoho tepla na vyhřátí válce, co obálky upotřebené páry vynaložiti a zároveň zmařiti, proto žeby plocha venkovská, větší a vzduchu studenému vystavena, musela víc horkosti držeti než stěny vnitřní kotle, kdyby i bez obalu stál.

Z toho posoudíme, jak v mnohých pádech, zejmena kde se mnohonásobné rozpínání páry upotřebuje, prostředky pro udržení stálé teploty páry spíše ku škodě než k užitku zavedeny bývají. Obálky však, jako ku př. kravské chlupy prospívají převýborně, tu se nemíní nového tepla válci přiváděti, nýbrž pouze ochlazování válce zameziti, aby co možná nejmíň tepla ztrácel.

Praktickým způsobem možno dynamický účinek rozpínavé páry geometrickým obrazem znázorniti a vypočítáním plochy stanoviti.

Mysleme si *AB* co délku pohybu písti a *AC* co šířku písti, která zároveň tlak páry do válce vstouplé znázorní.



Jestliže páru do válce sbíhati necháme tak dlouho ažby píst z A do d vytlačila, a nato přítok zarazíme, můžeme si dynamický účinek páry za plného tlaku s rovnoběžníkem $Add'C$ znázorniti, jehož obsah součinem $Ad \times AC$ se nechá vyjádřiti. Zůstane-li přítok páry do válce napořád zaražen, vyvodí pára ve válci uzavřená na píst nový účinek, který v bodu e, anto $Ad = de$, ještě $ee' = \frac{1}{2}AC$ se rovná, a určí se lichoběžníkem $dd'ee'$. Tím samým způsobem vyvodí pára za trojnásobným rozepnutím pohyb písti z e do f, a účinek znázorní se opět plochou $ee'ff'$, jejíž stranice $ff' = \frac{1}{3}AC$; povšechný účinek tohoto trojnásobného rozepnutí páry znázorní se plochou $ACd'e'f'fA$. atd.

Způsob, kterým Poncelet obsah plochy $dd'e'f'g'h'i'k'kd$, jejíž jedna stranice křivku $d'e'f'g'h'i'k'$ představuje, stanovil, jest: přímku dB považoval co abscisu a rozdělil ji na rovný počet stejných dílů, z nich vybíhající ordináty ee', ff', gg', hh', ii', kk' počtem ustanovil. Obsah celé plochy rovná se pak: $\frac{1}{3}$ dílu součinu z jednoho takového dílu a úhrnu nejkrajnějších ordinát, více 2násobnému úhrnu ostatních lichých a více 4násobnému úhrnu sudých ordinát.

Máme tedy $dd'g'k'kd = \frac{1}{3}\, de\,[dd' + kk' + 2\,(ff' + hh') + 4\,(ee' + gg' + ii')]$. Ku př. Vezmeme-li páru dvouatmosférového tlaku, který = 20660 kil. nad 1 □ metr obnáší, a páru necháme vniknouti do válce na výšku Ad, vyjádříme tlak první s $dd' = 20660$ kil.

$$ee' = \tfrac{1}{2}\ 20660 = 10330 \text{ kil.}$$
$$ff' = \tfrac{1}{3}\ 20660 = 6886\tfrac{2}{3}$$
$$gg' = \tfrac{1}{4}\ 20660 = 5165$$
$$hh' = \tfrac{1}{5}\ 20660 = 4132$$
$$ii' = \tfrac{1}{6}\ 20660 = 3443\tfrac{1}{3}$$
$$kk' = \tfrac{1}{7}\ 20660 = 2951\tfrac{3}{7}$$

a obsah celé plochy, jenž nám dynamický účinek tohoto množství páry s 7násobným rozpínáním vyjádří: $ACd'k'kA =$

$$(Ad \times AC) + \tfrac{1}{3}\ Ad\ [dd' + kk' + 2\,(ff' + hh') + 4\,(ee' + gg' + ii')] =$$
$$Ad\ [20660 + \tfrac{1}{3}\,(20660 + 2951\tfrac{3}{7}) + 2\,(6886\tfrac{2}{3} + 4132) + 4\,(10330 + 5165 + 3443\tfrac{1}{3})] =$$
$$Ad\ [20660 + \tfrac{1}{3}\ 23611\tfrac{3}{21} + 22037\tfrac{7}{21} + 75753\tfrac{7}{21}] =$$
$$Ad\ [20660 + 40467\tfrac{23}{63}] = Ad \times 61127\tfrac{23}{63}.$$

Výsledek tento konečný stal by se tím pravdě podobnější, čím ve více stejných dílů přímku *dB* rozdělíme a proto ve všeobecném smyslu platila by formule S = *Ad* × 60862 kil.; a poněvadž jsme stanovili účinek páry rozpínavé na plochu 1 □ metru, můžeme proto, když *Ad* = 1 metr vyznačuje, formuli zjednodušiti ve S = 60862 kilogrammetrů, jenž vyznačují dynamický účinek 1 krychlového metru páry 2atmosférové za 7násobné rozpínavosti na výšku 1 metru vyzdvižených.

Stejným způsobem stanovil Poncelet následující dynamické účinky, které 1 krychl. metr páry tlaku 1 atmosférového upotřebením větší neb menší rozpínavosti v kilogrammetrech vyvoditi může.

Objem páry po rozepnutí	dynamický účinek v kilogram.	objem páry po rozepnutí	dynamický účinek v kilogram.
1·00	10330	5·75	28399
1·25	12635	6·00	28839
1·50	14518	6·25	29261
1·75	16111	6·50	29665
2·00	17490	6·75	30055
2·25	18707	7·00	30431
2·50	19795	7·25	30794
2·75	20780	7·50	31144
3·00	21679	7·75	31483
3·25	22506	8·00	31811
3·50	23271	8·25	32129
3·75	23984	8·50	32437
4·00	24650	8·75	32736
4·25	25277	9·00	33027
4·50	25867	9·25	33310
4·75	26426	9·50	33485
5·00	26955	9·75	33854
5·25	27456	10·00	34116
5·50	27940		

Abychom ustanovili dynamické účinky páry silnější, zapotřebí jenom účinky jednoduché páry násobiti počtem atmosfér.

Skoro ty samé výsledky možno docíliti formulí od Dufoura: E = pv(1 + 2·3 log. n), kde E vyznamenává dynamický účinek jistého množství páry v, tlaku p, sloupcem vody v metrách určený a za n násobného rozpínání páry, dynammi vyjádřený; (dynam. = 1000 kil. na výšku 1 metru vyzdvížené).

O páře neobyčejného tepla a objemu vody.

Obyčejnou obecnou párou vyrozumíváme vždy páru nasycenou, kteréžto určitá hustota za každým stupněm přísluší a jejíž teplo i objem vody znám jest.

Krychlový metr nasycené páry tlaku jednoatmosférového váží stále 589 gramů i jest zároveň z takového množství vody, vážící 589 gramů, zplozena; její teplota rovná se 100° a obsahuje, jestli v nádobě uzavřené se nachází, 540 *w* zatajeného a 100 *w* zjevného tepla.

Kdyžbychom vodě, z nížto takováto pára pošla, ještě více tepla přivedli, stane se jak voda tak i pára teplejší, zároveň ale pára nabude větší hustoty i pružnosti; jestli ji opět necháme ochladnouti, zřídne a pozbude i pružnosti, váha a objem vody uvedeny budou opět na předešlé stanoviště.

Teplota nasycené páry nemůže nikdy sklesnouti pod stupeň, který souhlasí s její hustotou; jináče se to má s parou, když ji samotnou v uzavřené nádobě ohříváme.

Teplota ohřaté páry takové vystoupí a s ní zároveň vystoupí i zjevné teplo; hustota a poměrná tíže páry však se nezmění, poněvadž vody v nádobě není, aby se vypařiti mohla. Vyšší ohřátí samotné páry množí její sílu pouze v takové míře, jakouby dosáhl uzavřený vzduch, totiž za jednotlivého stupně asi o $^{1}/_{270}$ díl. Síla páry ohřáté ze 100° až ke 122° bylaby o $^{1}/_{13}$ větší; a to jest daleko méně, nežliby nasycená pára, ze 100° až ke 122° ohřáta, dosáhla, poněvadžby síla této nevyhnutelně zdvojnásobiti se musila. Dále jest známo, že hustota páry samotné, hřaté v uzavřené nádobě, ustavičně ta samá setrvá; proto její zatajené teplo se nemění. Zato zjevné a zároveň povšechné teplo zvýší se o 22 *w*, jestli páru ze 100° na 122° ohřejeme. Páru v takovémto stavu nazýváme přetopenou. Podobný výjev objevil by se nám, kdybychom onen díl kotle, v němž se pouze pára nachází, přetopili; teplo toto neplodilo by buď žádnou, aneb jenom málo páry. Ono by pouze teplotu páry rozmnožovalo; a ačkoliv tu pára s vodou ve spojení, povstala by předc pára neobyčejné teploty, pára přetopená.

Ze všeho zdá se, jakoby přetopené páře pouze vody chybělo, by se opět nasycenou státi mohla; avšak tomu tak není, jak z následujícího příkladu se nám samo vysvětlí. Přetopíme-li 1 kil. páry o 50°, obsahuje potom jenom 50 *w* zbytečného tepla, a toto jest v stavu pouze $^{1}/_{13}$ kil. vody v páru proměniti; proto stane se také tato přetopená pára, kdyžbychom jí vody přivedli, předc jenom o $^{1}/_{13}$ hustší, třeba jsme jí všecko zbytečné teplo odvedli, a v nasycený stav uvedli. Z toho vyplývá, že

přetopená pára, nasycením proměněna, nemůže se státi náhle parou vyššího tlaku.

Tak možno i páru v kotli přetopiti, jestli nedbalým doplňováním voda v kotli tak hluboko klesla, až stěny kotle obklopeny plamenem z venku, a nepokryty vodou u vnitř, se rozžhavěly. Ačkoliv pára v kotli se nacházející přetopenou, a následkem toho silnější se stane, nenechá se s jistotou tvrditi, že by tato přetopená pára sama o sobě kotel roztrhla; neboť může-li v stavu tomto troubou nebo pojisťovací zámyčkou vybíhati, množila by se síla její jenom pozvolna, a kotel, který dvoj- i trojnásobný tlak obyčejné páry vydržeti musí, vydržel by tedy i onen přetopením páry povstalý.

Jestli že však stav kotle v tomto případu vším právem za velmi nebezpečný se považuje, jest toho jedinou příčinou ta okolnost, že se lehce státi může okamžité setkání značného množství vody s oným rozžhaveným dílem kotle, a že se tím rychle nesmírné množství páry vyvine.

Tak ku př. kdyby prostor na páru obnášel $^1/_2$ krychl. metru, a rozžhaté stěny kotle obsahovaly by tolik tepla, že by 10 kil. vody okamžitě v páru proměnily: proměnila by se tato voda v 17 krych. metrů jednoduché, aneb $^1/_2$ krych. metru víc než 30 atmosférové páry; kteréžto množství páry nestačilo by ani troubou ani zámyčkou vyběhnouti, a protož by kotel roztrhnouti mohlo.

Skoumáme-li dále, zdali a jakým způsobem objem vody v páře obsažený rozmnožen býti může, co se nám asi objeví?

Objem vody v páře obsažený, i zatajené teplo, nechá se za každého stupně hustoty neměnitelnou veličinou určiti. Jakmile ale veškeré páře bez proměnění její hustoty zjevného tepla přiroste, jest napotom schopna více neb méně částek vody pojmouti. Ovlhčení takové děje se mechanickým způsobem:

1. Ochlazením.

Čistá pára, ať si jakkoliv hustá, jest průhledná, bez barvy i suchá, a jenom ochlazením tratí těchto vlastností; stane se totiž neprůhlednou, modrošedou i mokrou.

Voda sražená v nesmírné množství malounkých kapiček udržuje a vznáší se s párou zároveň ve vzduchu; v takovémto stavu ovlhčuje se pára, nabývá barvy modrošedé a váha její zůstává skorem nezměněna. Ku př.

Ochladíme-li 1 libru páry ze 122° na 100°, tratí polovic své hustoty, a tlak její zmírní se ze 2 na 1 atmosféru. Proměněná tato pára váží však předce jenom 1 libru; jedině s tím rozdílem, že polovic váhy tvoří s párou mechanicky spojená kapalina.

2. Unáší vystupující pára z vařící vody více neb méně přilnulých částic vody, jimiž pára ovlhne. Množství této nevypařené vody s parou spojené přichází i do válce, a jest dle mnohých okolností velmi nestejné; ono jest menší, čím klidněji kapalina se vaří, čím čistější a čím větší hlavně vyšší prostor na páru v kotli se nachází, čím déle pára v něm potrvati může atd. V opačném pádu ale jest množství mechanicky spojené vody s párou velmi značné, což platí jmenovitě o lokomotivách.

Chybně obyčejně soudívá se z množství vypařené vody na množství vyvinuté páry, an ze 100 liber vody vypaří se sotva 90, ba někdy ani 80 liber účinné páry; z té příčiny nebylo by tudy dobře z množství zpotřebované páry množství vody k doplňování kotle ustanovovati.

Z toho vyplývá i dále, že ačkoliv někdy k zplození 1 libry páry z vody teplé 30°, 610 *w* zapotřebí jest, vypaření 10 liber vody nikdy 6100 *w* státi nemůže. Ku př.

Kdyby pára $^1/_{10}$ vody celé váhy obsahovala, bylo by napotom k vypaření pouze $9 \times 610 + 80 = 5570$ *w* potřebno pro zplození páry 110°.

O plození páry.

Celé zařízení parního stroje sestává ze dvou hlavních od sebe se lišících strojů.

Jednoho stroje, totiž kotle, používá se k plození páry: druhého, totiž parního stroje, používá se pomocí upotřebené páry na vymožení mechanické síly.

Stroj první sestává opět: z pece a kotle.

O peci a topení.

Při zakládání parního stroje musí se největší zřetel bráti na velikost síly, jakouž stroj vyvésti má.

Od způsobu sestrojení parního stroje závisí i dále, zdali sílu tu stroj málem, aneb množstvím páry vyvede; a tak opět od způsobu sestrojení kotle, zejmena ale pece, to závisí, zdali potřebné množství páry co možná nejmenší částí paliva se docílí. Poněvadž cena parní síly z nákladu na palivo se odvozuje,

jest tedy předůležité, pec u parního stroje co možná nepřiměřeněji zaříditi. Tak u Wattských strojů počítá se asi 60 liber vody (1 angl. kr. stopa), aneb 30 litrů, za 1 hodinu na vypaření pro sílu 1 koně. Parní stroj o síle 20 koní zpotřeboval by v jednom dnu, počítaje 16 hodin, 16 × 60 × 20 = 19200 liber vody.

Kdyby při dobrém zařízení peci stačila 1 libra uhlí na 6 liber vody, a tedy 10 liber uhlí 60 liber vody v páru pro 1 koně sílu na 1 hodinu proměniti, spotřebovalo by se denně 10 × 20 × 16 = 3200 liber, a za rok počítaje 300 dní 9600 centů uhlí; dle tohoto výpočtu shledáme znamenitý rozdíl, kterýby se udál, kdyby 1 libra uhlí dostačila 5 neb 7 liber páry zploditi.

U vysokotlakých strojů s rozpínavostí čítá se na sílu 1 koně jenom 30 liber páry.

Každá pec sestává z ohniště, průchodů na plamen, a komínu. Ohniště sestává opět z roštu a popelny.

O palivu a shoření vůbec.

K vytápení parních kotlů používá se výhradně kamenného uhlí, aneb dříví; řidčeji hnědého uhlí neb rašeliny co topiva, protože všecky jmenované hořlavé látky následkem spálení teplo vyvinují.

Ačkoliv při shoření neb spálení skorem celá ta hořlavá látka se ztráví, jsouť předce opět některé částky, které v skutku neshoří. Obsažený uhlík v hořlavé látce jest onen díl, který shoří; horko se vyvine, když uhlík slučuje se s kyslíkem ze vzduchu, uhelkou se stane, při kterémto spojení teplo se vyvinuje.

Všecky ostatní částky, které mezi hořením vyprchaly, nepřispívají tak jako i popel k rozmnožení tepla praničím; ba spíše částice tepla sebou odnášejí. Jedině tehdá béře se ohled na hořlavou látku, obsahuje-li volný vodík. Absolutní výhřev hořlavé látky závisí tedy od obsahu hořlavých částí, zejmena uhlíku, a množství tepla, které při shoření vyvine. Množství tepla dá se vypočítati, když se vyskoumá, mnoho-li čistého uhlí (uhlíku) hořlavá látka obsahuje, a mnoho-li částic tepla *w* 1 kil. čistého uhlí vyvine, proměníc se úplně v uhelku; 1 kil. uhlí v uhlen proměněn vyvine 5krát méně anebo-li pouze 1400 *w*.

Velikost výhřevu z 1 kil. čistého uhlí stanovila se nejdříve 7050 *w*; a toto množství tepla, za úplného shoření, zvýšilo teplotu $70^1/_2$ kil. vody o 100° C; čili 11 kil. vody 0° proměnilo v páru. Proto výhřev hořlavé látky, jejíž poměr k

čistému uhlí = 0·7, obnášel by 0·7 × 7050 *w* = 4935 *w*; a 1 kil. této látky musel by 0·7 × 11 = 7·7 kil. páry sploditi.

Dle novějších výskumů, zvláště ale dle Despréz vyplývá, že 1 kil. uhlíku 7800 *w* vyvine, a proto nejméně 12 kil. vody 0° vypařiti dovede; uhlí obsahující 70% uhlíku vyvine 0·7 × 7800 = 5460 *w*. Vodík spotřebuje k shoření 3krát víc kyslíku, a proto také 3krát tolik tepla vyvine; tedy uhlí, kdyby 2% uvolněného vodíku obsahovalo, vyvinovalo by 0.76 × 7800 = 5928 *w*.

Berthier udal praktický způsob stanoviti výhřev hořlavých látek; a sice: látka, jenž se skoumati má, rozemele se na prach, a smíchána s olovným klejtem roztápí se v kelímku (tyglíku). Roztápením klejt v olovo přejde; počítá se přitom na každý díl vydobytého olova 230 *w*. Ku př. vydá-li 1 lot uhlí 28 lotů olova, obnáší pak jeho výhřevnost 28 × 230 = 6440 *w*.

Dle mnohých zkoušek obsahuje syrové dříví mnoho vody, a sice čerstvě porážené 40%, vyschlé na vzduchu 20%; a jelikož dříví asi 52% uhlíku obsahuje, udá se nám pro dříví dle předešlých udání theoretický výhřev:

1 kil. suchého dříví	7800 × 0·52	= 4056 *w*
1 kil. suchého suš.	4056 × 0·8	= 3245 *w*
1 kil. syrového	4056 × 0·6	= 2435 *w*

Berthier opět udává, že 1 lot suchého dříví jenom 13 lotů olova v původní stav převádí a proto také 13 × 230 = 2990 *w* výhřevnosti vydá; obyčejně béře se u dříví na vzduchu vyschlého 2700 až 3000 *w*.

Velmi rozdílný výhřev vydává uhlí, poněvadž jest druhu rozličného, držíc nestejného obsahu uhlíku i vodíku, tak také i rozličného obsahu nehořlavých látek, jenž ve způsobu popele vybývají; uhlí obsahuje i rozličnou vlhkost. Obyčejně brává se pro uhlí prostřední hodnoty 6500 *w*, a pro nejlepší 7000 až 7500 *w*.

Na každý pád jest nejlepším palivem to uhlí, které neobsahuje mnoho tučných látek a úplně suché, málo popele a žádných křemenných částek po shoření nenechává.

I rašelina jest rozličné hodnoty, a nechává 25% popele; proto ale pro všechno hodí se dobrá a vyschlá rašelina výborně za topivo. Výhřev její rovná se výhřevu z dříví, a teplo její jest trvanlivé, ačkoliv málo plamenem hoří.

Dle Grouvella rovná se $2^1/_2$ libry suchého dříví, aneb rašeliny nejlepšího druhu a $1^4/_5$ libry hnědého uhlí 1 libře dobrého uhlí.

Peclet udává výhřevnost rozdílného topiva:

suchého dříví na	3600 *w*	rašeliny	4000 *w*
na vzduchu	2800 *w*	kamenného uhlí	7500 *w*
dřevěného uhlí	7000 *w*	a koksu	6000 *w*

Potřebné množství vzduchu.

Palivo vyvine jen tehdá teplo, když úplně shoří.

Úplné shoření záleží v tom, že uhlík s kyslíkem sloučen, uhelkou *), a ne pouze uhlenem **) se stane; čemuž se předejde, když se plamenu důstatečné množství vzduchu přivede.

Uvažujeme-li ze stanoviska zkušenosti, že k úplnému shoření 1 kil. uhlíku bezmála 2·65 kil. kyslíku vyžaduje, a 1 kil. vzduchu pouze 0·23 kil., čili 1 krych. m. jenom 0·21 krych. m. kyslíku obsahuje, konečně že shoření obyčejně jenom poloviční částku vzduchu ztráví, an již vyvinující se uhelka se tomu protiví, shledáme: 1 kil. uhlí, má-li zcela shořeti, vyžaduje $2 \times \frac{2{\cdot}65}{0{\cdot}23} = 23$ kil., aneb bez mála 18 krych. m. vzduchu; dobré uhlí 15 kr. m., a 1 kil. suchého dříví 6—7 krych. metrů.

Armengaud počítá na 1 kil. suchého dříví 5·2 kr. m. vzduchu

	1 kil. rašeliny	9 kr. m.	„
	1 kil. koksu	15 kr. m.	„
a	1 kil. kamenného uhlí	18 kr. m.	„

Vezmeme-li na 1 kil. uhlí 15 krych. m. potřebného vzduchu, musilo by, kdyby za 1 hodinu 100 kil. uhlí shořeti mělo, 1500 krych. m. čerstvého vzduchu v tom samém čase roštem k ohni přistoupiti; a jestli objem kouře $2^2/_3$krát větší, muselo by 4000 kr. m. kouře komínem odtáhnouti. Tudy pak v 1 sekundě prošlo roštem $^5/_{12}$, a komínem $^{10}/_9$ krychl. metrů vzduchu. Kdyby dále plocha prázdných míst roštu $^1/_4$ □ metru, a průřez komínu $^1/_3$ □ m. obnášel, obnášela by rychlost v 1 sekundě přistupujícího vzduchu $1^2/_3$ m. a vybíhajícího $3^1/_3$ metrů; rychlost plamenného vzduchu v průchodech kotlu jest ale mnohem větší, protože tu vzduch horčejší a tudy i řidší jest.

Zvětšením plochy roštové umírňuje, a súžením opět rozmnožuje se rychlost přistupujícího vzduchu. Rychlost stala by se i mírnější tenkráte, kdyby vzduch úplněji ohněm ztráven býti mohl, a na 1 kil. pouze 12 aneb 10 krych. m. vypadlo.

Intensivnost ohně stává se tím větší, čím menší část vzduchu k svému úplnému shoření uhlí vyžaduje, což možná i poněkud

---

*) Kyselina uhlíková (CO_2) Šafařík.
**) Kysličník uhelnatý (CO) Šafařík.

vypočítati: 15 krychl. m. vzduchu váží asi 20 kil., a 1 *w* (částice tepla) ohřeje vzduch o 4° výše, (vzduch 4krát snáze než vodu možná ohřáti); tedy vyhřejou 6000 *w*, jestli všecko teplo se vzduchem ve spojení vešlo, až na 1200°; kdyby však jenom polovice vzduchu stačila, vystoupí výhřevnost až na 2400°.

Peclet počítal, když 1 kil. uhlí 7500 *w* vyvine, k čemuž 18 kr. m. aneb 24 kil. vzduchu zpotřebuje, ohřál by se v ohništi na $\frac{7500 \times 4}{24} = 1250°$; kdyby vzduch, komínem vybíhající, 200° horka držel, tratilo by se tepla $\frac{200 \times 100}{1250} = 16\%$, a jenom 84% by bylo z užitkováno, které pak $\frac{0{\cdot}84 \times 7500}{640} = 10^1/_3$ kil. vody v páru promění.

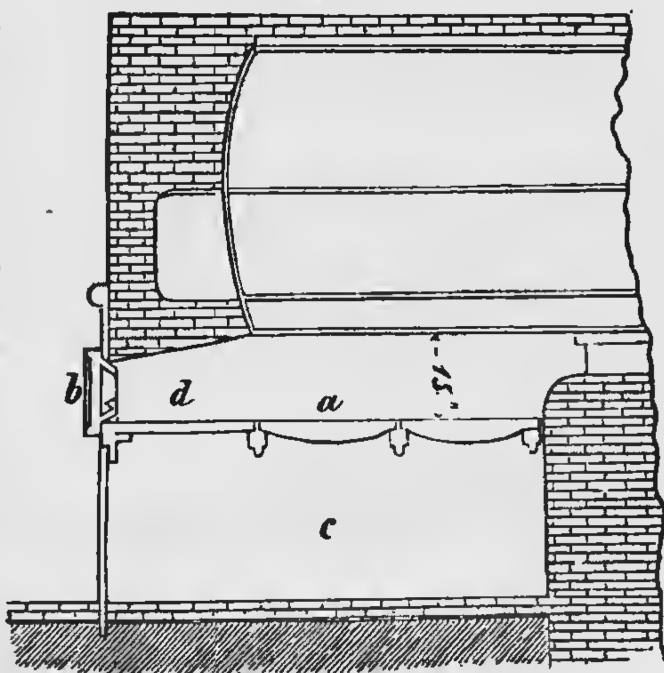
Kdyby vzduch komínem vybíhající 300°, neb 500° horka držel, obnášela by ztráta tepla 24% neb 40%

Z toho vysvítá, jak teplo hořením se vyvinující, ne všecko kotli se sděluje, nýbrž znamenitá částka v nic přichází; neb vybíhá-li komínem vzduch 460° horký, odvede napotom 20 kil. vzduchu 20 × 115 = 2200 *w*, kteréž se docela ztratí.

Teplo, jehož se s užitkem vynakládá, obnáší jenom asi $^3/_5$ dílu veškerého tepla; tento podíl může s jistotou co pravý uznán býti. Neboť uhlík nikdy úplně neshoří, což sám kouř dokazuje.

Ohniště.

Obrazec 3.



Obyčejně zaujímá ohniště přední díl pece, jak obrazec 3. ukazuje.

Nad roštem *a* jest ohniště s dvířkami *b*; pod ohništem jest popelník *c*. Rošt sestává z plochy utvořené ze šín litého železa na délku položených; kteréžto, aby se neprohýbaly, u prostřed vyšší jsou. Na obou koncích mají na jedné a té samé straně násadky, k tomu cíli přilité, aby, když se dohromady seřadí,

vždy mezi dvoumi mezera povstala. Tato mezera obnáší 3‴ až 6‴, a řídí se dle vlastností uhlí.

Rošt horem musí vodorovnou plochu tvořiti, a šíny roštu musejí být volně a také pohodlně uloženy; volně proto, aby se neprohýbaly, kdyby těsně přiléhaly; a pohodlně proto, aby se jedna každá mohla z řady vyzdvíhnouti.

Tyto roštové šíny znamenitě se ušetří, a nikdy nerozžhavějí, je-li popelník 2 až 3 stopy hluboký a začasté-li se popel vyklízí. Taktéž jestli tekutá voda v popelníku se nachází, do níž by škváry padaly. Důležité jest, aby rošt patřičnou rozsáhlost měl! Všecky mezery musejí dosti prostorné býti, aby důstatečné množství vzduchu přiměřenou rychlostí protáhnouti mohlo. Kde silnější tah, může plocha menší býti, a uhlí shoří čerstvěji. Tuze veliká plocha nevyhnutedlně ubírá plamenu intensivnosti. U vysokých komínů stačila by plocha celého roštu 1 □ metr veliká 100 kil. uhlí spáliti; taktéž 1 □′ 20 anglických liber.

Vyžaduje-li toto množství 1500 krych. m. čerstvého vzduchu, a obnášejí-li mezery $^1/_4$ dílu celé plochy, musí vzduch rychlostí $4 \times \frac{1500}{3600} = 1^2/_3$ metrů za 1 sekundu protáhnouti.

Rozumí se samo sebou, že mezery roštu nesmějí zůstávati zanešeny, ale často prohrabávati a čistiti se musejí; proto záleží na dobrém a správném topiči velmi mnoho.

Popelník jest prostora, do níž popel a škváry z roštu propadávají; mimo to slouží i k tomu, aby čerstvý vzduch k roštu přistupovati mohl, proto musí být dosti prostranný. Obyčejně bývá popelník otevřen; potřeba-li ale, aby přistupující vzduch umírněním neb rozmnožením spravován byl, stává se to obyčejně dvířkami aneb šoupadlem u popelníka.

Ohniště nad roštem musí taktéž dosti prostranné býti, aby neobmezovalo horký vzduch u rozpínání se. Poněvadž ale velikost ohniště hlavně od vzdálenosti roštu od kotle závisí, musí se zřetel bráti, by vzdálenost tato pořádně určena byla. Dle mnohých zkušeností jest nejpřiměřenější vzdálenost tato, když obnáší 15″, což platí jedině o kamenném uhlí; kdyby se dřívím topilo, musela by vzdálenost tato větší býti.

Dvířka u pece slouží jedině k tomu, by se oheň prohrabávat, rošt čistit, a palivo přikládati mohlo. Dvířka se nemají nikdy bez potřeby otvírati; neb jak se to stane, vniká studený vzduch nad uhlí a ochlazuje oheň. A to z té příčiny, že volnější přístup má, a rychleji vniká, než se to z pod roštu státi může. Dále se otvíráním dvírek vyvinuje hustý kouř, poněvadž toto ochlazení neúplné shoření za následek má. Při

kládání se má díti co možná tou největší rychlostí, aby dvířka dlouho otevřena nezůstávala.

Dále se má nato hleděti, aby dvířka úplně otvor k ohništi zavírala, aby vzduch nemohl přistupovati, a teplo neucházelo. nejlepší dvířka jsou z litiny, a hodně silné. Aby však dvířka horkem netrpěla, musí býti od roštu vzdálena, tak jak na výkresu k spatření; dvířka od roštu dělí plotna *d*.

O komínu.

Shoření vyžaduje střídání vzduchu; ustavičně musí ztrávený vzduch s ohniště se vzdalovati, aby čerstvému vzduchu místa postoupil. Čím rychlejší průtah vzduchu, tím živější i shoření. K docílení dokonalého průtahu slouží komín co prostředek, což se dá následovně vysvětliti: Je-li ohniště ze dvou stran otevřené, a jedna ta strana ve spojení s průchodem do výše vystupujícím, a naplní-li se tento horkým a poměrně lehčím vzduchem, zruší se tím aerostatická rovnováha. Proti tomuto otvoru jest tlak vzduchu menší onoho z předu; ze zadního otvoru bude vzduch z ohniště vybíhati a vystupovati, a do otvoru předního vzduch čerstvý vnikati; a tento přítok a odtok vzduchu bude bezpřetržně trvati, poněvadž vnikající studený vzduch hned se otepli.

Velikost neb síla průtahu pochází od rozdílu tlaku vzduchového, a ustanoví se, když tíži sloupce oteplého vzduchu odpočteme od tíže též takového sloupce, ale vzduchu čerstvého. Kdyby sloupec takový stejné velikosti vážil teplého 4, a studeného vzduchu 5 kil., byla by rychlost jeho taková, jako kdyby tento vzduch stálý jednostranný tlak 1 kil. v průchodu vyvodil. Tlak bude tím větší, čím vyšší sloupec ohřátého vzduchu, a čím řidší vzduch v něm se nachází; a poněvadž zřídnutí od ohřátí závisí, závisí tedy rychlost vybíhajícího vzduchu od výšky komína a jeho průměrné teploty. Roztáhnutí aneb zřídnutí teplého vzduchu nechá se stanoviti, jakmile teplota známa jest. Všecky vzdušiny roztahují se při 1^0 C. stejnoměrně o $^1/_{274}$ dílu svého původního objemu při 0^0; aneb: 274 krych. m. vzduchu 0^0 roztáhne se o 30 aneb 40 metrů, jestli teplota o 30 neb 40^0 C. zvýšena. A proto, že hustoty a váhy v stejném poměru ubývá, proto bude vzduch na 274^0 ohřát, zrovna polovičnou hustotu aneb tíži míti jako u 0^0.

Nazveme-li objem jistého množství vzduchu 0^0 V, a objem dosáhnuvšího t teploty v', najdeme výsledek stejninou $v' = v \times \frac{274 + t}{274}$; poměrní hustota $= \frac{274}{274 + t}$.

Dále jest z fyziky známa rychlost, jakou vzduch v kolmém průchodu vystupuje, a dá se vypočítati.

Nazýváme-li výšku průchodu *h*, a poměrnou tíži sloupce vnitřního vzduchu *p*, vzduchu pak čerstvého = 1, obdržíme dle stejniny v metrických mírách rychlost

$$V = \sqrt{19{\cdot}6 \times h \times (1-p)}.$$

Ku př. Komín by byl 20 metrů vysoký, aneb *h* = 20; vzduch v komínu na 420⁰ ohřat. Je-li vzduch tento v komíně složen z 0·8 dusíku, 0·1 kyslíku, a 0·1 uhlíku, obnáší-li pak

poměrná váha dusíku 0·976 × 0·8 = 0·7808,
„ „ kyslíku 1·103 × 0·1 = 0·1103,
a „ „ uhlíku 1·524 × 0·1 = 0.1524,

jest poměrná váha vzduchu 0⁰ = 1·0435.

U 420⁰ jest $p = \frac{274}{694} \times 1{\cdot}043 = 0{\cdot}412$; a proto theoretická rychlost $V = \sqrt{19{\cdot}6 \times 20 \times (1-0{\cdot}412)} = 15{\cdot}2$ mt. v 1 sek.

Výsledek tento jest mnohem větší, než ve skutečnosti možno docíliti; a sice již proto, poněvadž vzduch na stěnách komína třením rychlosti nevyhnutedlně ztrácí. Ztráta tato jest tím větší, čím hrubší stěny jsou; tedy jest tření v komínech z cihel větší než v plechových, poměrně větší v užších než v širších, a ve čtyrhranných než v kulatých, větší v šikmých než v kolmých. Zároveň s výškou komína a s rychlostí tření tohoto přibývá; a proto se ve skutečnosti béře jen ¼ dílu theoretické rychlosti.

Důležitější výšky komína jest velikost průřezu jeho. Nejdříve jedná se o to, aby veškeré množství vzduchu vstupujícího do ohniště, mohlo opět komínem odtáhnouti. Závisí-li patřičná rychlost hlavně od výšky a teploty ubíhajícího sloupce vzduchu, závisí zajisté neméně i od důstatečně velikého průřezu.

A poněvadž 2krát větší průřez 2krát víc vzduchu propustí, kde komín teprv 4krát tak vysoký by v stavu byl 2krát víc vzduchu odvésti, povstává otázka, zdali by nebylo prospěšněji komíny raději širší stavěti, než je vyháněti do výšky?

Mnozí strojníci považují vysoké komíny, jestli nesloužejí mimo to k jiným účelům, za zbytečnost a marnivost, a udávají domnělou potřebu vysokých komínů za pouhý předsudek. Tvrdí, že k přiměřené šířce vždy dostačí 12—15 metrů výšky k z jednání potřebného průtahu, kterémužto nákladu ale dotud z mnohých příčin důležitých odpíráno.

Má-li kouř z více pecí do společného komína sveden býti, musí průřez tohoto všem průřezům jednotlivých kanálů se rov-

nati, ústí jejich tak býti zařízeno, aby jeden kouř druhý nesrážel. Proto jest dobře, když kanály oddělené jsou.

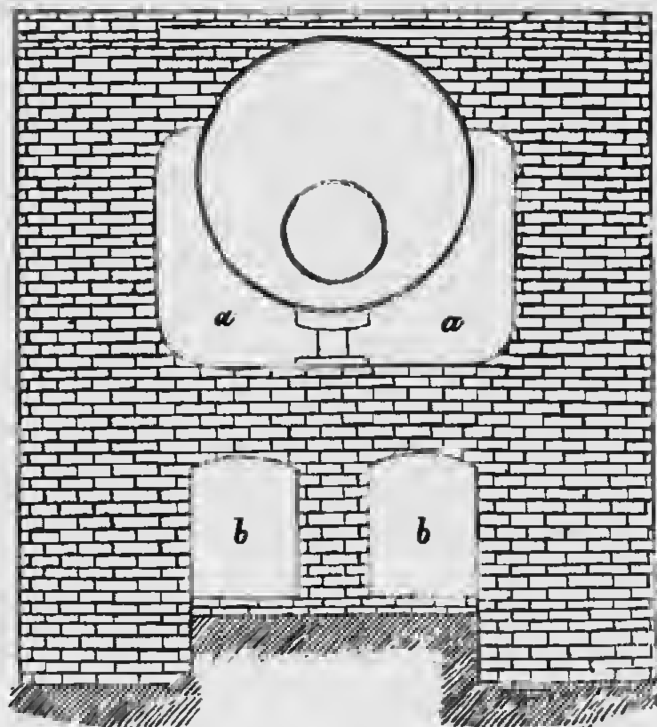
K spravování průtahu hodí se nejlépe šoupadlo. Náhlé uzavření šoupadla není radno. Komíny stavějí se z cihel, neb plechu, aneb skládají se z rour litého železa.

O průchodech na plamen (kanály).

Plamen obklopuje kotel zpodem, a obyčejně bývá veden průchody kolem kotle; mimo to procházívá průchodem v kotli utvořeným, který se kanonem nazývá.

Tyto průchody jsou proto, aby se co možná nejvíce tepla kotli sděliti mohlo. Leží-li ohniště bezprostředně pod kotlem, přijímá kotel hned v prvním okamžení největší částku vyvinujícího se tepla. Dále sděluje se kotli mnoho tepla plamenem, jenž se táhne pod ostatním dílem kotle dále, procházeje i průchody kolem kotle. Teplo kotli sdělené tímto způsobem, bude tím větší, čím větší plochy kotle plamen se dotýká. Avšak vzdor patrné užitečnosti nesmí se přehlídnouti, že vzduch se musí silně v těchto průchodech tříti, poněvadž vodorovně zatočeny jsou; — že se vzduch stýká se zdí obklopující kotel, a ta mnoho tepla ku škodě shltá. Rozumí se samo sebou, že konečně možno těchto průchodů jen tam použíti, kde komín veliký průtah způsobuje. Proto nezasluhují tyto prostranné průchody jakého odporučení: a tedy prospěšněji jednáno, když se plamenu zjedná co možná veliká plocha *aa* pod kotlem, tím způsobem, jak to obrazec 4. naznačuje. Toto zařízení nejenom že výhodné, ono jest také pohodlné; přístup ku kotli zpodem jest ze všech stran zjednán, a popel dá se snadno vybrati.

Obrazec 4.



O kotlech na páru.

Kotle na páru pro stojaté parní stroje zhotovují se z tabulí silného železného plechu. Zřídka jenom užívá se kotlů z litého železa aneb z měděného plechu.

Podoba kotlů jest hranolovitá aneb válcovitá. Hranolovitých kotlů upotřebuje se po řídku a to jenom pro stroje nízkého tlaku, a také se nazývají kofrové kotle.

Válcovité kotle mají obě plochy postranní zaokrouhlené.

Kotel musí do půl neb $^2/_3$ svého obsahu vodou naplněn býti, ostatní díl slouží co nádoba na páru. Kotel se musí vodorovně zazdíti a sice tak, aby nejvyšší plamen nikdy nepřestupoval obyčejné stanoviště vody v kotli a sice: má plamen 3″ pod vodou aneb voda o 3″ výše nad plamenem státi. Úhrn celé plochy kotle obklopené plamenem nazýváme plochou plamene, ohně aneb plochou páru plodící.

Na sílu 1 koně počítá se obyčejně 1 □ metr aneb 10 □′ plochy pro oheň.

Kotle z litého železa zanikly pro nedůstatečnost svou a kotle z měděného plechu vyžadují veliký náklad. Proto jsou kotle z plechu železného nejobyčejnější a také nejužitečnější.

Každý kotel musí býti důstatečně prostranný či veliký, aby vstavu byl, stroji, pro nějž určen jest, důstatek páry dávati.

Zpotřebuje-li parní stroj za 1 hodinu a na 1 koně síly 30 kil. páry, musí kotel, kdyby stroj 20 koní síly vynésti měl, za hodinu 600 kil. páry vydati.

K vyvinutí 1 kil. páry jest stálé teploty 640 *w.*, aneb voda-li již 30° horká, 610 *w* zapotřebí. Proto voda v kotli v tomto pádu pohltí tolikrát 610 *w*, kolik kil. páry v tom samém čase zploditi má. To závisí výhradně od množství částic tepla, které kotel a zároveň voda v kotli z ohně pohltí.

Množství tepla, jež kotel v určitém čase obdržeti má, závisí od následujících okolností:

1. od velikosti plochy pro oheň, nebo od této dostává kotel veškeré teplo a proto 5 neb desetkrát větší plocha vydá také 5 neb 10krát víc tepla.

2. od intensívnosti ohně aneb velikosti vyvinutého tepla, jenž se kotli uděluje.

3. od rychlého shoření, které víc páry vyvinuje.

4. od tloušky plechu kotlového a jiných vlastností kotlových stěn.

Povrch válcovitého kotle s koncemi půlkoulí, i objem takového kotle se vypočítá následovně: jmenujeme-li l délkou, d průměrem kotle, jest pak plocha válce $= \pi\, dl$ a jeho

$$\text{objem} = \frac{\pi d^2 l}{4} = \frac{22}{7}\frac{d^2}{4} l = \frac{11}{14} d^2 l$$

povrch obou půlkoulí aneb celé koule dohromady

$$= \pi d^2 = \frac{22}{7} d^2 \text{ a}$$

$$\text{objem} = \frac{22}{7} d^2 \times \frac{1}{3}\frac{d}{2} = \frac{11}{21} d^3$$

Jestli průměr kotle válcovitého 3′ a délka 21′ obnáší aneb délka válcovitého dílu l = 18′, shledáváme povrch válce

$= \frac{22}{7} \times 3 \times 18 = 169\,^5/_7$ □′; objem $= \frac{11}{14} \times 9 \times 18 = 127\,^2/_7$ C′

povrch koule

$= \frac{22}{7} \times 9 = 28\,^2/_7$ □′; objem $= \frac{11}{21} \times 27 = 14\,^1/_7$ C′

a povrch celého kotle 198 □′; objem $= 141\,^3/_7$ C′

O prostoře na vodu a páru v kotli.

Ačkoliv vyvinování páry nezávisí od množství vody v kotli, nýbrž povždy od velikosti plochy kotle, musí předce kotel jak na páru tak na vodu důstatečnou prostoru zaujímati. Vypařená voda musí stále jinou vodou nahražována býti. Avšak nedá se ani mysliti, žeby přítok vody v každém okamžení se rovnal vyvinuté páře; nebo čím méně vody v kotli v poměru k vyvinuté páře, tím víc ona nerovnost bude měniti stanoviště vody a zároveň také velikost uvnitř vodou pokryté plochy kotlové. Ku př.

Obnáší-li v jistém čase přítok vody do kotle jenom 8 krychl. stop a v tom samém čase 10 krychlových stop vody se vypaří, sklesne voda v kotli o $^1/_5$, jestli kotel jenom 10 kr. st. vody zaujímal. Stanoviště vody naproti tomu změnilo by se o $^1/_{50}$, kdyby zásoba vody v kotli obsahovala 10 kr. stop.

Dále ochlazuje přítok čerstvé vody do kotle ostatní vodu a proto i mění teplotu; a tyto rozdíly stávají se povždy značnějšími, čím méně vody v kotli se nachází.

Množství vody v kotli má i vplyv na plození páry, protože voda nejdříve teplo chápe neb hltá. Čím tedy větší množství vody, tím déle může se i pára ploditi. Pokuď voda tolik teploty nepohltila, mnoho-li jí pára vyžaduje, podržuje voda všecko teplo pro sebe. A právě tak neplodí se žádná pára, pokuď výtok páry z kotle zamezen a jenom vnikající teplo teplotu zvýšuje, kteréž se tím pozvolněji rozmnožuje, čím větší

zásoba vody v kotli; a naopak tím většího času vyžaduje ochlazení teploty. Voda v kotli jest zároveň co zásobárna tepla. A konečně, čím menší zásoba vody v kotli, tím větší a nepokojnější vření a kypění a tím rychlejší zanášení kotle šlemem.

Síla a potřebná tlouštka kotle.

Síla kotlového plechu závisí od houževnatosti kovu a tlaku páry, který kotel musí vydržeti a pak od podoby kotle; kulaté stěny vydržejí více než ploché.

Kotel vlastně musí trojí tlak snášeti, tlak své vlastní tíže, tlak vody a tlak páry mimo tlaku atmosférového. Oba první tlaky u porovnání s posledním jsou nepatrné.

Má-li kotel 4 až 5 stop vysoko vody, obnáší tlak na 1□′ dna na nejvýše 3 centy. Má-li ale kotel tlak páry 2 až 3 atmosfér vydržeti, musí pak na 1 □′ plochy kotlové tlaku 40 až 60 centů vzdorovati. Obnáší-li tlak páry nad tlakem 1 atmosféry 50 liber na 1 □″, obnáší pak 7200 liber aneb $3^1/_4$ tůn na 1 □′, a kdyby kotel válcovitý 12′ délky a 3′ průměru obnášel, byl by tlak na každý konec $\frac{11}{14} \times 9 + 3\frac{1}{4}$ tůn, na stěny ostatního dílu kotle $\frac{22}{7} \times 3 \times 12 = 113$ tůn a na veškerou plochu 159 tůn aneb 3180 centů. A poněvadž pára sílou 23 tůn (460 centů) se snaží každý konec odtrhnouti a jeho obvod $\frac{22}{7} \times 36 = 113''$ obnáší, musí každý palec plechu vzdorovati tlaku 4 centů, pročež plech přiměřenou tlouštku míti musí.

Jak předůležité jest, aby kotel takovou pevnotu měl, aby tlaku i neobyčejné páry vzdorovati mohl, jest předce jen zbytečné nemírnou sílu plechu dávati, již proto, že zabraňuje a obmezuje vývin páry. Proto jest velmi zapotřebí, aby byla tlouštka plechu pro každý tlak páry určena.

Houževnost plechu železného jest asi dvakrát větší než plechu měděného a třikrát větší než železa litého.

Plech železný se roztrhne, když na plochu 1 □ millimetru působí 40 kil. tlaku, plech měděný při 21 kil. a litina při 14 kil. tlaku. Aneb dle anglických čtverečných palců:

železný plech trhne, jsa váhou 50000 angl. liber
měděný plech „ „ 30000 „ „
litina „ „ 20000 „ „ obřemeněn,

Theoreticky stanoví se tloušťka válcovitých stěn kotle dle následující formule.

Jmenujme poloměr válce (v millimetrách) r, tlak páry na 1 □ mill. (v killogramech) p a t koeficientem houževnosti kovu (síla v kill. roztrhá 1 □ mill. kovu) shledáme tloušťku stěn kotle $d = \frac{rp}{t}$. Ku př. Byl-li by poloměr válce $^1/_2$ metru aneb 500 mill. $= r$, $p = 3$ atm. obnáší 0·031 kil. na 1 □ mill.; udá se tloušťka měděného plechu $= \frac{0{\cdot}031 \times 500}{21} = 0{\cdot}74$ mill.

Podobný výsledek docílíme, pačítáme-li r v palcích p na □″ a t v librách pro průříz 1 □″. Pára 3 atmosfér tlačí = 45 librami a $t = 3200$ liber.

Je-li $r = 20''$, obdrzíme tloušťku plechu měděného $d = \frac{20{\cdot}45}{32000} = 0{\cdot}028'' = 0.74$ mill.

Takto ustanovená tloušťka plechu nepostačuje z následujících příčin:

1. Umenšuje se houževnatost kovu v korku za velikých a rychlých proměn teploty.

2. Seslábnou tabule v místech, kde nejty k sobě spojeny jsou o $^1/_3$ své tloušťky.

3. Musí ohled brán býti na tíži vody i kotle samého.

4. Hlavně má na zřeteli zůstati, že kotel třeba by i neobyčejnému tlaku a všelikerému otřásání vzdoroval, čím déle se potřebuje, tím více slábne; konečně musíme uvážiti i to, že mnohdy jediné slabé místo uvede vnivec veškerou ostatní sílu kotle.

Proto jest rádno theoretickým způsobem stanovenou sílu ještě desetkrát rozmnožiti a co praktickou sílu kotle považovati.

Následující tabulka obsahuje ve Francouzsku zákonem předepsanou tloušťku v mill. stěn válcovitých kotlů z železného plechu, rozličných průměrů a pro rozličný tlak páry:

Průměr kotle	tloušťka kotle v millim.			pro páru			
	2 atm.	3 atm.	4 atm.	5 atm.	6 atm.	7 atm.	8 atm.
50cm	3·90	4·80	5·70	6·60	7·50	8·40	9·30
55	3·99	4·98	5·97	6·96	7·95	8·94	9·93
60	4·08	5·16	6·24	7·32	8·40	9·48	10·56
65	4·17	5·34	6·51	7·68	8·85	10·02	11·19
70	4·26	5·52	6·78	8·04	9·30	10·56	11·82
75	4.35	5·70	7·05	8·40	9·75	11·10	12·45
80	4·44	5·88	7·32	8·76	10·20	11·64	13·08
85	4·53	6·06	7·59	9·12	10·65	12·18	13·71
90	4·62	6·24	7·86	9·48	11·10	12·72	14·34
95	4·71	6·42	8·13	9·84	11·55	13·26	14·97
100	4·80	6·60	8·40	10.20	12·00	13·80	15·60

Tabulka obsahující tlouštku plechu v Rakouském mocnářství zákonem ustanovenou a sice ve Vídeňských liniích pro válcovité kotle, jichž průměr ve Vídeňských palcích a tlak páry v atmosférách ($12^3/_4$ libry na 1 □″) určen jest, následuje:

Průměr kotle v víd. palcích	tloušťka plechu kotle ve víděň. liniích.							
	1 atm.	2 atm.	3 atm.	4 atm.	5 atm.	6 atm.	7 atm.	8 atm.
18	1·7	1·9	2·0	2·1	2·3	2·4	2·6	2·7
20	1·7	1·9	2·1	2·3	2·5	2·7	2·8	3·0
22	1·8	2·0	2·2	2·4	2·7	2·9	3·1	3·3
24	1·8	2·1	2·3	2·6	2·9	3·1	3·4	3·6
26	1·9	2·2	2·5	2·7	3·0	3·3	3·6	3·9
28	1·9	2·2	2·6	2·9	3·2	3·6	3·9	4·2
30	1·9	2·3	2·7	3·0	3·4	3·8	4·2	4·5
32	2·0	2·4	2·8	3·2	3·6	4·0	4·4	4·8
34	2·0	2·5	2·9	3·4	3·8	4·2	4·7	5·1
36	2·0	2·5	3·0	3·5	4·0	4·5	5·0	5·4
38	2·1	2·6	3·1	3·7	4·2	4·7	5·2	5·7
40	2·1	2·7	3·2	3·8	4·4	4·9	5·5	6·0
42	2·2	2·8	3·4	4·0	4·6	5·2	5·8	6·4
44	2·2	2·8	3·5	4·1	4·7	5·4	6·0	6·7
46	2·2	2·9	3·6	4·3	4·9	5·6	6·3	7·0
48	2·3	3·0	3·7	4·4	5·1	5·8	6·5	7·3
50	2·3	3·1	3·8	4·6	5·3	6·1	6·8	7·6
52	2·4	3·1	3·9	4·7	5·5	6·3	7·1	7·9
54	2·4	3·2	4·0	4·9	5·7	6·5	7·3	8·2
56	2·4	3·3	4·2	5·0	5·9	6·7	7·6	8·5
58	2·5	3·4	4·3	5·2	6·1	7·0	7·9	8·8
60	2·5	3·4	4·4	5·3	6·3	7·2	8·1	9·1

Tyto veličiny jsou dle formule $d = 0\cdot0189\, nD \times \alpha$ stanoveny, n znamená tlak páry v kotli nad tlak obyčejný v atmosférách, D průměr kotle ve vídeňských palcích a d tlouštku plechu. Veličina α vyznamenává potažmo k $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ ceny: 1·37, 1·17, 0·97, 0·78, 0·58, 0·39, 0·19, 0·00 ve víden. liniích a které dle formule $x = 0195\,(8-n)$ stanoveny vyznamenávají onu pevnotu kotle, která zapotřeby jest, by vzdorovala smáčknutí a která potažmo na tíži kotle a vody i tlaku páry nad 7 atmosfér $= 0$ se bere.

Rádno není tloušťku plechu víc $^1/_2$ palce bráti, poněvadž se doposavád nemožno spolehnouti na hodnotu plechu, převyšujícího tloušťku 6 linií.

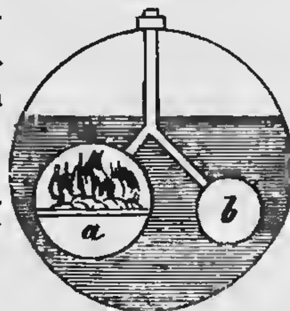
Aby se teplo co možná kotli uchovalo celé, hledí se nyní všemožnými prostředky účelu tohoto dosáhnouti; k tomu cíli pokrývá se hořejší díl kotle vrstvou hlíny, zemí neb popelem. Lepší pokrývka ale je plechový neb prkený klobouk odstávající asi 6" od kotle, protože prostor naplněný teplým vzduchem, co špatný vodič, teplo poutá. Nejlepší však prostředek jest kotel úplně celý zazdíti. V novějším čase pokrývají se kotle plstí, taktéž válce i trouby a dle zavedených pokusů zvláště u lokomotivů prostředek tento velmi prospívá. Shledalo se, že trojnásobní pokrývka kotle plstí 10% paliva nahražuje.

Kotle s vnitřním topením aneb s vnitřním průduchem.

Aby se kouři co možná nejrychleji a nejouplněji tepla odejmulo, než se to průduchy kolem kotle vedoucím státi může, vede se plamen, když již zpodek kotle ohřál, uvnitř kotle průduchem a teprv potom kouř vyvstupuje do komína.

Obrazec 5. představuje průříz kotle, kde ve vnitřním průduchu i topení se nachází. Teplo vyvinuté vedeno může býti ještě druhým průduchem b, aneb jinými průduchy kolem kotle.

Obrazec 5.

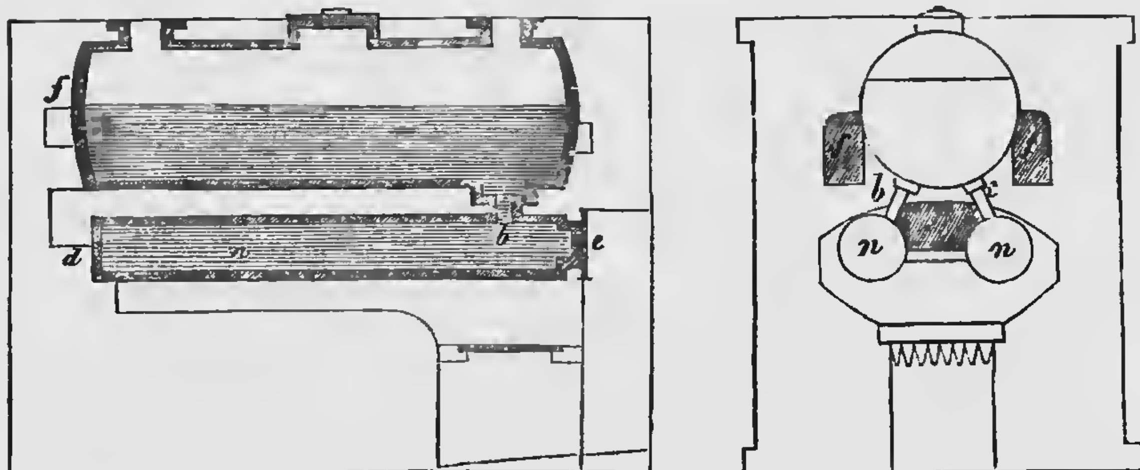


Zařízení toto má dvojí výhodu a sice: lepší z užitkuje se oheň i vylučuje zvláštní zděnou pec. Však i toto zařízení má své špatné stránky, zejmena: ohniště a popelník jsou velmi obmezeny a topivo takřka v kotli pohrouženo, odjímá ohni rychle teplo, ono úplně neshoří a komín kouří mnohem silněji, než u topení jiného způsobu. Dále trpí průduch tento následkem bezprostředního dotýkání se ohně tuze mnoho, z čehož veliké nehody pocházejí. Nebezpečné stávají se tím,

že hořejší díl této trouby vysazen největšímu plamenu, čímž snadno může vody zbaven býti, zvláště při kotlích vysokého tlaku, kdežto nesmírný tlak páry troubu smáčknouti může.

Konečně musí kotel mnohem větší a i plech mnohem silnější býti. Proto kotle s vnitřním topením potřebují se tam, kde pec stavená býti nemůže jako u lokomotivů, parních strojů na lodích aneb u malých strojů k přenášení.

Obrazec 6.



Kotle s troubami na vařící vodu zavedl Volf s dobrým prospěchem a hleděl tímto způsobem nedůstatky litých kotlů odstraniti. Obrazec 6. znázorňuje takový kotel s dvěma pomocnýma troubama. Tyto trouby *n* umístěny pod kotlem jsou s ním pomocí trub *b* a *c* ve spojení, a jsou v zádu zátkou *d* a z předu plotnou *e*, ve které též kohout k vyprázdnění zastrčen, pevně uzavřeny. Trouby ty jsou naplněny docela vodou, kotel ale jenom do polovice. V průměru mají obyčejně $^{5}/_{4}{}'$ a mohou i delší býti, jak kotel sám.

Užitek z tohoto zařízení jest dosti patrný:

1. Rozmnoží se tím plocha páru plodící a kotel může menší býti a
2. ušetří se kotel, poněvadž jenom trouby plamenu vysazeny zůstávají; proto také mohou jenom trouby se roztrhnouti, zvláště jsou-li slabší, než kotel, a roztrhnutí této trouby méně nebezpečné jest než kotle samého.

Trubkové kotle.

Poněvadž intensivnost tepla jenom spoře se rozmáhá, musili bychom, chtíce větší množství páry vyvinouti, plochu, páru vyvinující, zvětšiti. To by bylo jen tehdá možné, kdybychom

dnu kotle po délce vroubkovitou podobu dali, což pro mnohé důležitější příčiny není možno provésti. Uchopilo se tudy jiného prostředku, a sice: buď se zavedly pod válcovitým kotlem 2 neb 3 trouby na vařící vodu a spojily se s ním, aneb se teplý vzduch vedl zvláštním průduchem skrz kotel. V prvním pádu docíleno tím rozmnožení páry, jenom že velmi nepoměrně k ploše ohniště. V druhém pádu opět plocha plodící páru se zvětšila, zato opět množství vody v objem průchodu v kotli zmenšen.

Oba tyto prostředky nepostačovaly zejmena u lokomotivů, kde se o to hlavně jednalo, kotli co možno nejmenší objem a tíži a proto přede dosti síly zjednati; proto základ obou hořejších prostředků se rozšířil a upravil tak, že se místo velikých 2 neb 3 trub, veliké množství úzounkých trubek použilo. Tak povstaly 2 spůsoby kotlů trubkových a sice na oheň a vodu.

Dbalo se tudy o to, aby poměr plochy plodící páru ku množství vody dle libosti zvětšen býti mohl a možnost docílení účele toho spočívá na následujícím: Stěnové plochy válcovitých trubek stejné délky stojí v jednoduchém, objem ale v čtvercovém poměru k průměru se mění, tak že 12 trubek, jichž $d = \frac{D}{n}$ jest, právě tolik plochy povrchné mají, jako 1 trouba mající průměr D, zato ale objem všech trubek *n*krát menší jest. Proto 6 trubek 5 palcových bude míti právě tolik plochy povrchné, jako trouba 30 palcová, zato ale 6krát míň objemu. Prospěch tohoto zařízení jest:

1. Trubky obsahují míň vody než kotel jednoduchý, proto jich tíže také menší, i zaujímají menší prostoru; vydávají rychleji účinnou páru a ztráta páry i tepla při zastavení jest o něco menší.

2. Úzké trubky jsou poměrně silnější a proto jistější.

3. Jsouť i méně nebezpečné, neboť roztrhne-li se jedna z nich, nemá takový hrůzyplný účinek, jako kdyžby kotel pukl. Dá se také snadněji novou nahraditi.

4. Prospěšným rozdělením mnoho trubek možno ohni úplněji a rychleji tepla odejmouti.

Proto má ale toto zařízení mnoho jiných nedůstatků, a sice:

1. Poněvadž stejné množství páry se má zploditi jako v kotli jednoduchém, proto vody nikdy míň býti nesmí; poněvadž ale poměrnější míň jest v kotli trubkovitém obsaženo, musí rychle jinou nahražována býti, což stanoviště páry i vody ustavičně mění a pravidelné doplňování velmi obtěžuje a proto udržení páry stejnoměrné skoro ani nedopouští.

2. Takové trubky snaze se zanášejí, protož častěji se čistiti musejí, co s obtížemi spojeno jest zvláště, nasazuje-li voda kámen.

3. Takové kotle trubkové snadno v nepořádek přicházejí a proto časté opravy vyžadují. Oba systemy rozeznávají se hlavně v následujícím od sebe.

Tabulární kotle na vařící vodu mají ohniště z venku, proto zapotřebí peci, a nad ohništěm v rozličných řadách trubky na vařící vodu aneb pod tak nazvaným recipientem, v němž se pára shromažďuje, umístěny jsou.

Tabulární kotle s trubkami na oheň, kde ohniště uvnitř umístěno a proto pec odpadává; toto zařízení hodí se zvláštně pro lokomotivy a i pro stroje na lodích.

O doplňování kotlů vodou.

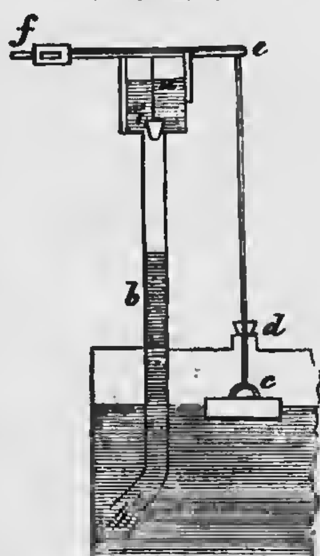
Mimo vody potřebné k naplnění kotle musí ustavičně vypařená voda v kotli jinou dosazována býti a sice tak, aby stanoviště vody v kotli stálé a stejné bylo. Velmi mnoho na tom záleží, aby doplňování stejnoměrně se dělo, nebo je-li přítok vody do kotle prudký, sklesne teplota a tudy i síla páry náhle, stanoviště vody se zvýší a prostor na páru souží. Škodlivější následky má ale sporý přítok vody do kotle. Teplo i síla páry poznenáhla roste a stanoviště vody klesá; za příčinou klesání a ubývání vody obnaží se plocha kotle plamenem obklopena, čímž vývin páry se umenší, anto plocha páry plodící stává se menší, a pás kotle obnažený se rozpálí do žhava. V tomto pádu stane se pára v kotli přetopenou a kotel roztrhnout se může, a to tím snáze, anto železo žhavé na houževnatosti ztrácí a ničí se, protože se spálí. Málo vody v kotli jest nejbližší příčinou, když kotel pukne. Značná změna stanoviště vody v kotli může se jedině nedůstatečným doplňováním státi, když toto po delší čas trvá. Ku př. jestli kotel o síle 16ti koní v minutě $^1/_4$ krychl. stopy vypaří a výška vody 54″ obnáší, spadlo by vody, i kdyby doplňování docela přetrženo bylo v 54 minutách v kotli o 3″ a v 18 minutách o 1″, a takovýto účinek platil by o teplotě v kotli. Důležité proto, zaříditi doplnování kotle vodou poměrně k zpotřebě páry a dobře se stane, když úkon ten parnímu stroji samému se uloží; však zbytečné bylo by, zavést přítok vody do kotle bezpřetržně, poněvadž mezi jistými mezemi stanoviště vody v kotli vystupovati i klesati bez škodlivých následků může, anto voda na doplňování určená v mezech těchto vystačí vyrovnávati stupeň teploty v kotli. Potřebno jest, aby zařízení to buď pomocí pumpy aneb jiným strojem rukou lidskou spra-

vováno býti mohlo. Poněvadž dále vody v kotli nikdy mnohou býti nesmí a na stroj doplňovací rádno se spolehnouti není; preto potřebno, začasté se o výšce vody v kotli přesvědčiti.

Doplňování kotle o nízké páře.

Kotel, v němž se plodí pára pouze $^1/_5$ aneb $^1/_4$ atm. nad obyčejný tlak vzduchu, možno doplňovati lehce jednoduchým zařízením. Na doplňování kotle bere se již ohřatá voda; malounký tlak páry nezabraňuje, aby se přítok vody z povýšeného místa do kotle za pomocí plovacího kamene takřka samostatně spravoval. V obrazci přístojícím jest ústrojí pro doplňování Vattovských kotlů naznačeno:

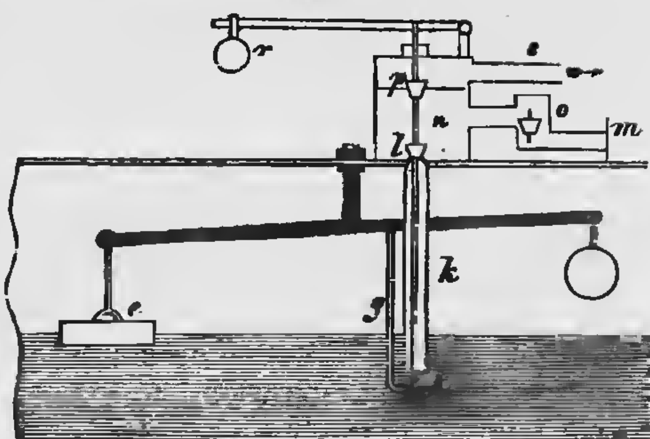
Obrazec 7.



Nádoba *a* na vodu naplňována jest pomocí ssavní pumpy vodou a nadbytek vody odváděn stranní trubkou; *b* jest trubka dosahující až na dno kotle, kterouž voda z nádoby do kotle vedena; *c* jest plovoucí kámen zavěšený na páce *ef*, jemu na druhém konci váha *f* rovnováhu drží. S pákou *ef* ve spojení stojí kůželovitý čep *i*, který trubku *b* otvírá neb zavírá dle toho, jak plovoucí kámen klesá neb opět vystupuje. Zároveň může tato trubka sloužiti co pojištovací; nebo jak mile by pára vyššího tlaku dosáhla, vyháněla by také trubkou vodu z kotle.

Doplňování kotle o vysoké páře.

Obrazec 8.



Na doplňování kotlů o vysokém tlaku používá se vůbec silných tlakostrojných pump a přítok vody spravován buď rukou neb plovoucím kamenem aneb zvláštními zámyčkami.

Obrazec 8. znazorňuje ústrojí, kteréž se samo o sobě spravuje.

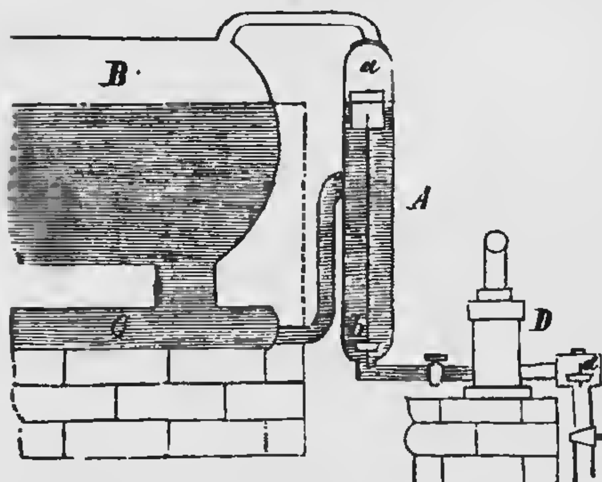
Tlakostrojná pumpa

žene silou důstatečné množství vody troubou *m* do prostoru *n* zámyčku *o* zdvihaje. Není-li zapotřebí kotel doplňovati, uzavírá zámyčka *l* průchod do kotle a voda tlačená v prostoru *n* otevře si průchod zámyčkou *p* a ubíhá troubou *s*. Zapotřebí-li doplňovati, přivodí se voda do kotle otevřenou zámyčkou *l* a troubou *k*, když se zároveň zámyčka *p* za pomocí váhy *r* stlačí.

Zároveň slouží zámyčka za pojištovací, neboť pára nabyvši velikého tlaku vyzdvihuje obě zámyčky *l* a *p*.

Velmi důvtipné zařízení udal Seguier, pomocí jeho možno normální stanoviště vody v kotli udržeti.

Obrazec 9.



Vedle kotle jest kolmo postavený recipient *A*, který kotlem a sice hořejším prostorem na páru a dole s tlakostrojnou pumpou *D*, prostřed ale s troubou *C* na vařící vodu ve spojení jest, a pro toto spojení musí nevyhnutelně v recipientu tak vysoko voda státi jako v kotli. V recipientu *A* nese voda kámen plovoucí *a*, jenž přestoupiv normální stanoviště zámyčku *b* otvírá.

Všecky tyto ústroje jsou ale mnohými nedokonalostmi opatřeny zejmena, kde zámyčky jsou, které rády svým časem se vytlukou a otvor z úplna nezavírají, čímž nepořádné pumpování nastává; taktéž velmi nejisté a nebezpečné jest mechánické spravování přítoku a mnohem jistější a spolehlivější, když se starost a péče doplňování kotlů přenechá osobě, mající dohlídku nad strojem a kotlem.

O prostředcích k poznání patřičného stanoviště vody v kotli.

Tyto jsou:

1. Kohoutky dva, z nichž jeden na vodu a druhý na páru určen jest. Oba kohouty jsou posazeny na kotli a podlouženy jsou trubkami do vnitř kotle a sice: trubka kohoutu na vodu dosahuje až ku stanovišti vody, které se stanovištěm normálním nazývá a musí, když se otevře povždy z kotle vodu vyfukovati; trubka kohoutu na páru dosahuje jenom až k stanovišti asi 6″ povejš onoho normálního, a proto otevřený kohout vyfukuje

páru. Tím také patrno, že oba kohouty povždy jenom jisté meze, ku kterým voda aneb pára v kotli dostoupla, ukazovati mohou, nikdy ale stanoviště pravé. Pod normální stanoviště nesmí tudy voda nikdy spadnouti, aniž smí stanoviště kohoutu na páru opět překročiti. Dále není rádno spoléhati se na kohouty úplně, anto zvláštně v kotlích vysokého tlaku při otevření kterého koli kohoutu pára i voda pomíšeně se vyfukuje.

Kohoutky ty rády se zanesou a poněvadž při otvírání roz pálené rukovětě pořádně ruku popálí, nerad obsluhovatel stroje se tím obírá, by přezvěděl stav vody v kotli. Lépe k tomuto účelu hodí se

2. rourky skleněné.

Taková trubka skleněná obyčejně bývá umístěna v čele kotle, stojí hořejním koncem stejně vysoko se stanovištěm páry a dolejším koncem se stanovištěm norm. vody, asi v té výšce, jako udáno u kohoutků. Zároveň možno rourkou skleněnou i kohoutky ve spojení uvésti a proto zařízení toto mnohem dokonalejší a spolehlivější jest, nežli první. A tak jako každá i dobrá věc mnohé nedokonalosti má, jest i při těchto sklech nepříjemné, že se zašlemují a snadno roztlukou a proto ustavičně aby před poškozením chráněny byly.

3. Plovoucí kámen.

Spojíme kámen plovoucí na vodě v kotli s tyčí, která vyvedena z kotle ven, bude se zároveň s kamenem pohybovati, vystupovati neb klesati, a proto zároveň zvenčí stav vody v kotli ukazovati. Jedině opět překáží v tom pádu kolisání kamene na vodě, a spojená s ním tyče u vnitř trubky, kudy vyvedena ven z kotle, tak že není rádno spolehnouti se na stav vody v kotli dle tohoto zařízení ustanovený. Toto zařízení přiuzpůsobilo se zároveň co výstražné, anto, když kámen na jistý stupeň hloubky v kotli spadnul, pára způsobeným otvorem do píšťaly vbíhala a tak pískáním pronikavým obsluhovatele na prozanedbaný stav kotle upomenula, aneb pára vedena do ohniště oheň uhasla.

Čistění kotle a zamezení tvoření se kůry v kotli.

Poněvadž voda znečištěna jest zemnitými látkami, proto v kotli měníc se v páru odměšuje a usazuje látky tyto na dno a stěny kotle ve způsobu škraloupu.

Množství těchto pevných látek jest dle vody rozličné, a proto že stroj o sílu 15 koní v patnácti hodinách asi 12000 liber vody vypaří, obnášejí přímětky vody asi 10 liber, které

se usazují; proto musí kotel v jistém času vyčistěn býti, kterýžto čas závisí od vody držící méně neb více nerozpuštěných látek v sobě. K tomu cíli jest na kotli otvor tak veliký, aby muž mohl prolézti a opatřen tento otvor poklopem silně upevněným. Škraloup usazený po dně a stěnách kotle skládá se obyčejně ze sádry a uhličitanu vápenného, kteréžto částky ztvrdnou v kámen a překážejí prostupu tepla. Stěny kotle potažené takovouto korou rozžhaví se, plech se sežírá ohněm a stává se časem slabším, v místech, kde kůra se odchlípla, odpraskla, jak již dříve vysvětleno, plodí se přenesmírně mnoho páry, která i příčinou státi se může, že kotel pukne. Těm všem nehodám arci by se předešlo, kdyby kotle mohly býti naplňovány vodou překapanou a kdyby se k srážení páry v hustiči nemusela voda studená upotřebiti; než až potuď není způsob ten obyčejným.

Naproti tomu upotřebuje se všemožných prostředků, aby se zamezilo nahromadění přímětků vody v kotli. Mezi jinými jesti ten:

Zapustí se trubka asi $1^1/_2$'' široká a zvenčí kohoutem opatřená až na dno kotle a čas k času se kohout otvírá; pára v kotli vyhání trubkou ony kalné díly z vody ven, při čemž se arciť částka tepla ztrácí, zato ale prostředek ten jednoduchý v ničem jiném nepřekáží, aniž co obmezuje.

Jiný prostředek záleží opět v tom, že stěny u vnitř kotle natírají se lojem a tuhou; obyčejně však se přidá vodě brambor aneb šlemované hlíny, kteráž se dříve vodou rozdělá.

Tyto přísady zamezují skutečně tvoření škraloupu, poněvadž jak se zdá odměšující částky z vody v sebe přibýrají a nedopouštějí, aby se tyto na stěnách kotlových usaditi mohly. Poněvadž ale přísady tyto vodu v kotli ještě více kalnou činí a s párou zároveň do stroje strženy a odváděny bývají, jest zapotřebí, dáti pozor, aby hlína písek neměla v sobě.

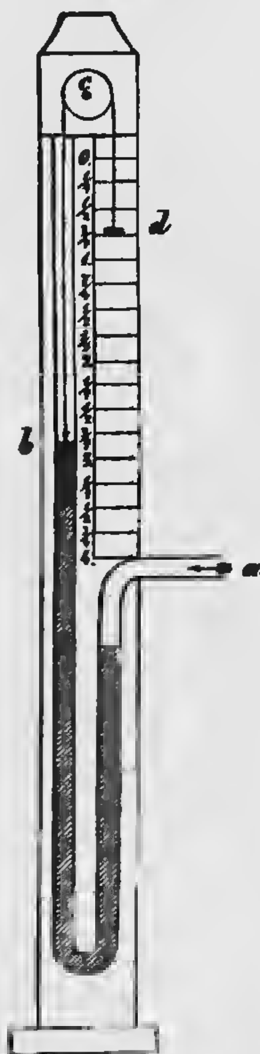
Jiný prostředek radí salmiaku aneb sody do kotle dáti, kteréžto přísady rozpouštějí uhličitan vápenný i sůl obsaženou v příměškách vody kotlové. Ty však nažírají plech a tudy škodí kotli. Usadili-li se příměšky vody v kotli a stvrdli v škraloup pevný co kámen, jest vždy prostředek, škraloup rozpuštěním z kotle odstraniti, výhodnější nežli kůru v kotli roztlučením a škrábáním odstraňovati; zvláště snadno dá se rozpustiti, obsahuje-li voda jenom uhličitan vápenný; a to pomocí kyseliny solné (Salzsäure). Pakli ale má voda zároveň sádru, což obyčejně bývá, nespomáhá i tento prostředek nic, protože kyselina solná sádru nerozpouští.

O měření tlaku páry v kotli.

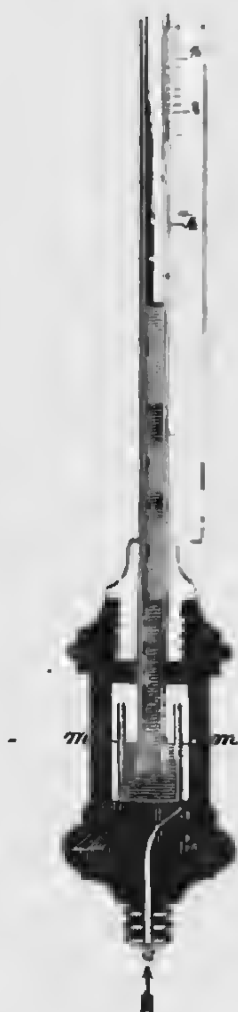
Měření tlaku páry v kotli děje se jistými stroji, jež manometry nazýváme a rozeznáme manometry otevřené a uzavřené. Obrazec 10. představuje takový otevřený dvouramený manometr. Trubkou *a* tlačí pára na rtuť v trubce se nacházející a dle tlaku vyzdvihuje zároveň závažíčko *b* na povrchu rtuti plovoucí, kteréž šňurkou přes kladku *c* vedené na druhém konci ručičku *d* zavěšenou má a tato ukazuje tlak páry na měřítku dle atmosfer rozděleném.

Patrno, že čím větší tlak v kotli, tím výše vystoupí závažíčko *b*, a ručička klesne tím hlouběji. Je-li tlak páry stejný s tlakem vzduchu, srovná se rtuť v obou ramenách na roveň.

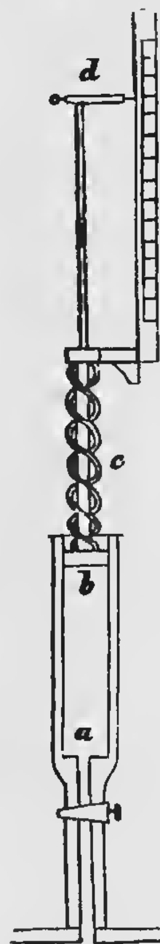
Obrazec 10.



Obrazec 11.



Obrazec 12.



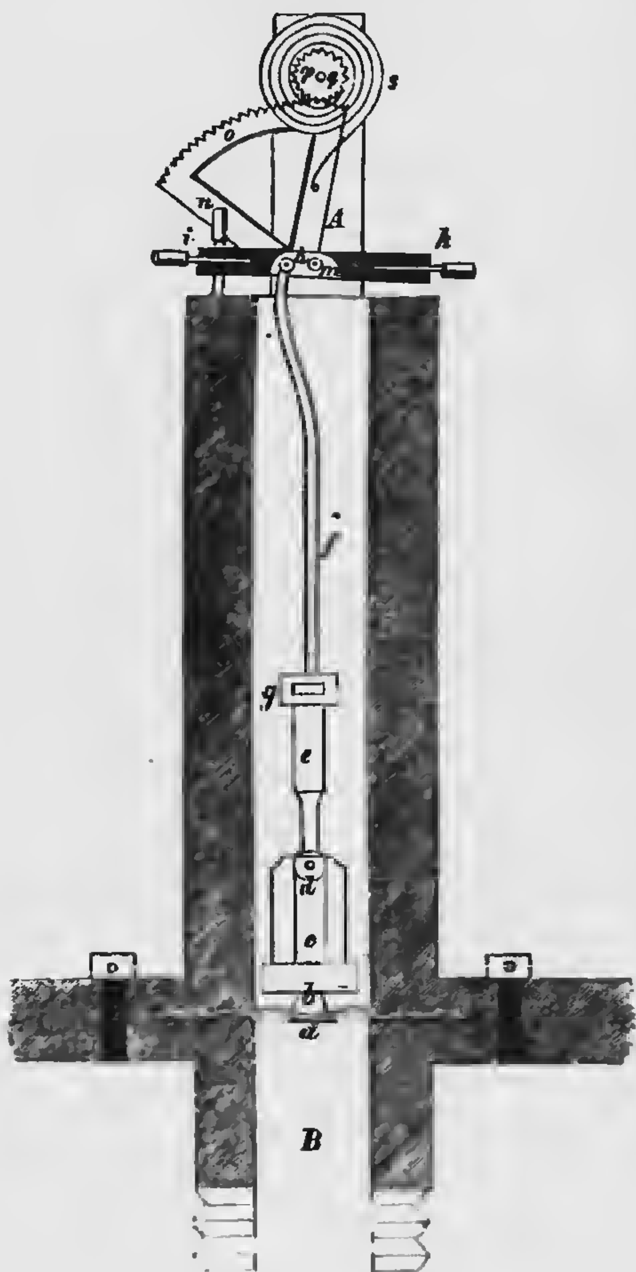
Obrazec 11. představuje manometr uzavřený; ten sestává z trubice na hořejším konci zacelené a vzduchem naplněné, na dolejším konci otevřené a do zavřené nádoby *mm* se rtutí po-

nořené. Stroj jest tak zařízen, že tlakem zevnitřního vzduchu rtuť v nádobě a v trubici v jedné výšce stojí.

Vnikne-li však pára otvorem *a* do nádoby *mm*, vystoupí rtuť, tlakem páry hnána, v trubici do výšky; a poněvadž velikost tlaku dle Mariottova zákona v obráceném poměru k objemu se nalézá, na stupňoměru vedle trubice však objemy stlačeného vzduchu čísti se dají: jest tím tedy způsob udán, velikost tlaku změřiti. Zmenší-li se objem vzduchu postupně 2, 3, 4.. kráte, jest tlak páry také 2, 3, 4.... kráte větší, nežli tlak jedné atmosféry.

Obrazec 12. představuje pérový manometr od Ol Evanse, s pístí, na níž zvenčí péro patřičné síly tlačí.

Obrazec 13.

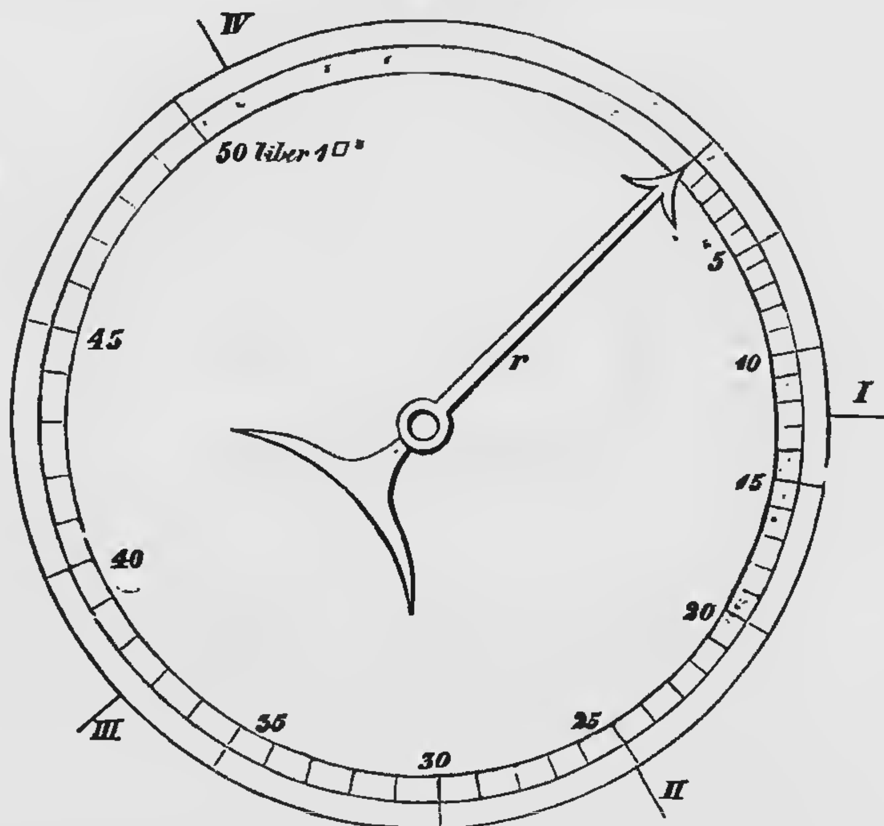


Pára, vnikající do válečku *a* zpodem, tlačí na píst *b*; a čím tlak tento vnitřní silnější, tím i odpor péra *c* silnější bude; odpovídá pak každému tlaku určitá výška na stupňoměru vyznačená, kterouž ručička *d*, upevněná na tyči pístě, oznamuje. Stroj ten není ale docela spolehlivý, poněvadž tření pístě měnitelné, a pružnosti péra poznenáhla ubývá. Tohoto manometru užívá se u lokomotivů.

Obrazec 13. představuje pérový manometr patentirovaný Schaefrovi a Budenbergovi. Nejhlavnější zařízení tohoto stroje sestává z vroubkovaného plíšku ocelového *a*, který úplně vyvážen jest pro přiměřený tlak. S tímto plíškem souvisí pevně podstávka *b*, na níž dutý díl *c* zašroubován, v dutině kuličku *d* mající. V té je opět jiný díl *e* za-

šroubován, a v tomto dílci tyče *f* šroubkem *g* zachycena, a na hoře v bodu *h* zavěšena. Bod *h* naleží se v plotnice *i k* ze dvou dílů sestávající, a okolo osy *m* se točící. Vnitřní díl plotny nechá se šroubky *i* do postavení uvésti; taktéž opět šroubek *n* slouží k tomu, uvésti celou plotynku v patřičné postavení. K plotynce *ik* přilit jest ozubený čtvrtkruh *o;* a zazuben s kolečkem *p*, na ose *q*, touto otáčí, a zároveň i ručičkou *r* kolem ciferníku na obrazci 14. Na hřídelíku *q* upevněn jedním

Obrazec 14.



koncem vlásek *s* do kruhu otočený, a druhým koncem zachycen na stojánku A. Pohled na výkres podává zadní stranu, přední stranu tvoří ciferník. Pára z kotle vniká do trubky B a tlačí na vroubkovitý ocelový plíšek; ten se tlaku podává, a páčku celou *bcef* do výšky zvedá. Zároveň, protože celá tyče neb páčka v bodu *h* výstředně zavěšena, zvedá se půl plotynky *i m* do výšky, a druhý půl *mk* klesá; tím se stává, že i čtvrtkruh se pohybuje, a přivádí kolečko *p* zároveň do oběhu, a tím i ručičku na ciferníku. Vlásek *s* následkem otáčení kolečka se pruží; když tlaku páry ubývá, napomáhá on pružností svou ručičku v postavení kterém koli udržeti. Zvláštní tento stroj jest v kulatém pouzdru jako hodinky uzavřen. Ciferník jest dle liber rozdělen, a v celku oznamuje tlak 4 atmosfér v librách na □ palec.

O prostředcích výbuch kotle zameziti.

Příčiny, o nichž se domníváme, že by výbuch kotle za následek měly, jsou následující:

1. Chybné sestrojení kotle; aneb nedostatečná síla plechu, co následek po více let potřebovaného.
2. Nesmírný tlak páry, když tento ustavičně roste.
3. Nesmírné vyvinutí páry, aneb plynu; buď co následek značného ubytí vody v kotli, aneb odprýsknutí škraloupu v něm.
4. Neobyčejný tlak vzduchu zvenčí, když v kotli vzduchuprázdná prostora povstala.
5. Mocný tlak proti kotli vybuchlých hořlavých plynů v ohništi (v peci).

Z většího dílu věří se, že nedůstatečné doplňování kotle vodou, a částečné rozžhavení jeho jistou příčinou jsou výbuchu kotle; a proto musí býti k tomu hleděno, by se příčinám těmto předešlo, k čemuž slouží následující prostředky:

I. Zkoušení kotle.

Prozřetelnost to již káže, a v Rakouském mocnářství zákonem od roku 1854 se nařizuje, aby každý kotel, než se v užívání co ploditel páry zavede, byl dříve zkoušen. Zkouškou tou nabývá se přesvědčení, zdali kotel páru nepropouští; hlavně ale, zdali uzpůsobilý, i největšímu tlaku páry vzdorovati.

V Rakousku zkouší se kotel na dvojnásobný tlak, pro který vlastně určen jest. Ku př.

Kotel jest určen pro tlak čtyr atmosfér, při zkoušce musí tudy tlak osm atmosfér vydržeti. Zkouška párou záleží v následujícím: kotel se celý uzavře, pojišťovací zámyčky obřemení dvojí neb trojí váhou oné, která jest ustanovena pro tlak určený; a pak silným topením vyvozuje se pára tak dlouho, až síla její zámyčky zvedá. Poněvadž ale tu jde o neštěstí, zvláště u kotle, který při zkoušce neobstojí, a trhne neb pukne, zkoušejí se kotle obyčejně studenou vodou, a v Rakousku na váhu dvojnásobnou; což se děje následovně:

Kotel naplní se vodou, a zámyčky pojišťovací se obřemení, jakož bylo řečeno; pak pomocí tlakostrojné pumpy, kteráž ve spojení s kotlem jest, pumpuje se voda násilím do kotle tak dlouho, až se klapky vyzdvihovati počnou.

Kdyby kotel v některém místě slabý byl, a tlak nesnesl, roztrhne se a vypustí vodu, avšak bez nebezpečenství.

2. Pojišťovací zámyčky.

Mezi všemi prostředky pro zamezení výbuchu kotle zasluhují zajisté pojišťovací zámyčky nejpřednější místo. Zavedení těchto co prostředku pojišťovacího zakládá se na přírodním zákonu, který učí, že tlak páry na každé jednotlivé místo v stejném poměru působí dle toho jak páry přibývá; dále že tlak tento 1 atmosféry nad 1 □″ 14—15 liber angl., aneb $12^3/_4$ liber vídeňských, aneb nad 1 □ m 1.03 kil. obnáší. Z jednáme-li tedy kotli otvor, a opatříme-li tento klapkou, obřemeníce ji jistou váhou: zůstane klapka tak dlouho uzavřena, pokud tlak páry břemeno na klapce spočívající nepřevýší; jakmile ale tlak silnější páry břemeno přemahá, vyzdvihuje zároveň klapku, a tímto otvorem počne pára vybíhati. Následkem vybíhání páry obmezuje se tlak její na jistý stupeň, který více překročiti nemůže; a tím jest nebezpečné vyvinování páry v kotli zamezeno.

Proto musí pojišťovací zámyčka, aby se nahromadění páry, dosáhnuvši jistého stupně, předešlo, dosti veliký otvor míti. Má i tolik páry ubíhati moci, co se jí zplodilo, i když by se žádná nespotřebovala. Povstává tedy otázka, mnoho-li může kotel páry určité hutnosti za 1 sekundu ploditi, a jakou rychlostí tato pára bude otvorem vybíhati. Počítáme-li 30 kil. páry na silu 1 koně, a 1 □ metr plochy pro oheň za 1 hodinu, aneb $^1/_{120}$ kil. v 1 sekundě, zplodí kotel 8 □ metrů plochy pro oheň určené v 1 sekundě $^1/_{15}$ kil. páry.

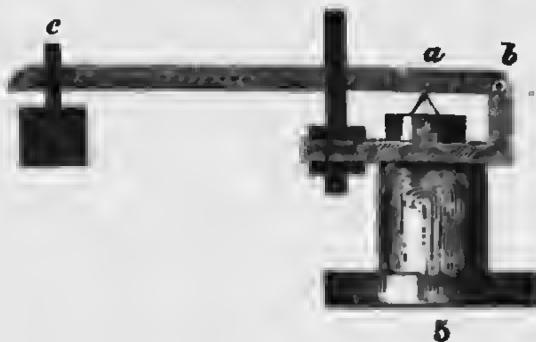
Má-li pára tato dostíhnouti nejvýš tlaku 2 atmosfér, musí, an 900 krychl. decim. dvojnásobné páry 1 kilg. váží, za 1 sekundu $= \frac{900}{15} = 60$ krych. decim. páry vyběhnouti.

A poněvadž, jak dříve již stanoveno, dvojnásobná pára rychlostí 428 metrů aneb 4280 decm. do prostoru vzduchového vybíhá, vyběhlo by otvorem 1 □ decm. za 1 sekundu 5280 krychl. decm.; a proto bylo by k vybíhání 60 krych. decm. v 1 sekundě otvoru $\frac{60}{4280} = \frac{1}{71}$ □ decm., aneb 1·4 □ cm. velkého zapotřebí.

Vypočítání závaží pro pojišťovací zámyčku jest, počítáme-li tlaku nad 1 □″ $12^3/_4$ liber vídeňských, následující:

Na př. Vzdálenost od středu zámyčky *a* až ku bodu otáčení *b* obnáší 3″—10‴; celá délka páky počítaje od zavě-

Obrazec 15.



šeného bodu až k bodu točivému *cb*, 22″; průměr zámyčky 4″; váha páky vyvážená na volném konci 2 libry 28 lotů;

váha zámyčky . . . . 3 libry 6 lotů.

Jak velká váha musí být zavěšena, když se počítá tlaku páry na 4 atmosféry?

Tlak páry na zámyčku z vnitř kotle obnáší

$\pi d^2 \times 4 \times 12{\cdot}8 = \frac{1}{4}\ 3{\cdot}14 \times 4^2 \times 4 \times 12{\cdot}8 = 3{\cdot}14 \times 16 \times 12{\cdot}8 = 643{\cdot}072$ liber; a dle srovnalosti v rovnováhu uvedeny 22″ : 3″—10‴ = 643.072 : x; musíme tedy

Obrazec 16.



zavěsiti $x = \frac{3''\text{—}10''' \times 643{\cdot}072}{22}$

= 112·05 liber těžkou váhu pro pád, kdyby páka a zámyčka nic nevážily. Protože ale páka 2 libry 28 lotů, a zámyčka 3 libry 6 lotů váží, musí se od stanovené váhy 6 liber 2 loty odčísti; tedy 112·05 liber

6·06 „

105·99 liber

bude muset zavěšená váha tížit, má-li rovnováhu s 643·072 librami co tlaku protivného udržeti a vyrovnávati.

Ani zámyčky však nezachránějí úplně kotel před výbuchem v pádu tom, kdy v kotli nedůstatek vody, a když vyvinování pary následkem obnaženého dílu kotle delší chvíli trvá. Proti tomuto nebezpečí není dotuď ještě žádného jiného prostředku, leda bedlivé opatrování patřičného množství vody, a tlaku páry v kotli. Protož se musí topení moudře a prozřetedlně díti tak, aby nikdy ani kotel v nebezpečný ten stav uveden býti nemohl. Jestli však kotel neprozřetelně předce přetopen, a doplňování kotle prozanedbané, nezbývá nic jiného, než průtahy a dvířka u pece zotvírati, oheň na plotnu vyhrabati, a vůbec starost míti, by kotel ochladl; nikdy ale

nesmí se v tomto stavu kotel vodou doplňovati, nýbrž nutno čekati, až kotel úplně schladnul.

Mezi mnohými jinými prostředky k zamezení nedůstatku vody v kotli zasluhuje povšimnutí Blakovský stroj, v obrazci 16. naznačený.

Stroj ten sestává z jednoduché měděné trubky, složené ze dvou dílů, z nichž zpodní *C* dosahá až do nejhlubšího stanoviště vody, které ještě kotel v nebezpečný stav nepřivádí, a kolmo ku hřbetu kotle *M* připevněn jest. Hořejší konec zakroucen jest v několik závitků; zpodní díl jest v kotli otevřen, hořejší konec však uzavřen. V závitkovém dílu trouby zasazena krátká kolmá vložka *O*, křížem provrtána; podobně jako u kohoutu, neruší se tím souvislost dutiny v troubě. V hořejším dílu vložky *O* jest otvor kuželovitě vyvrtaný, a uzpůsobený pro uložení zátky z kovové smíšeniny, která otvor z úplna zavírá; na vložku přišroubována píšťala *N*, jejíž pomocí zátka v otvoru pevně přišroubována jest. Zpodní díl vložky obsahuje malinkou píst *P*, kteráž páčkou *d* nahoru a dolu ve vložce pohybovati se může. Jestli píst se vzhůru zdvihne, uzavře úplně zátku od dutiny trubkové, tak že voda neb pára nemůže na zátku působiti; a však souvislost závitků s dutinou trubkovou není úplně přetržena, do závitků může pára i voda vystupovati.

Účinlivost tohoto stroje zakládá se v následujícím:

Je-li kotel vodou náležitě naplněn, nachází se otvor trubky v kotli pod vodou; tedy naplní se trubka za přibýváním tlaku páry v kotli vodou, a sice až k zátce. Vzduch v závitkách se stlačí dle Mariottova zákonu.

Ochlazení vody ve sloupci měděné trubky postačí, že se může v místech zátky nahou rukou obemknouti; protož teplota tato 40° R. nepřevyšuje. Zátka sestává ze slitiny vismůtu, cínu a olova, z tak řečené litiny Rosové, která ve vodě vařící, a neb při 80° R. roztaje.

Jakmile voda v kotli klesla až pod otvor trubky stroje, vnikne pára do trubky, rozhřeje vodu tam se nacházející na 80° R., sama taktéž se ve vodu smrskne, a zátku roztaje. Následovně povstane nový otvor; kudy pára vystupujíc, píšťalou tak mocně se prodírá, že konečně povstane opytomující pískot, který nedbalého dohlížitele jistě vzbudí k nemalému uleknutí. Pískání trvá tak dlouho, pokud někdo ku pomoci se nedostavil.

O parním stroji a jeho dílech.

Rozum lidský spoutal a skrotil sílu páry tak, že ji nyní vynakládá tam, a v takové míře, kde a jak toho potřebuje.

Parou, či její silou, prohání se po světě lokomotiv (parovůz); paroloď projíždí všecka moře; a konečně parním strojem ženou se fabriky, a velkolepé závody jiné. Parní stroj jest tedy prostředek vyvodící tuto náramnou sílu!

V Anglicku vesměs připisuje se vynalezení parního stroje jakémusi markýzovi z Vačestru; Francouzové opět zásluhu vynalezení prvního parního stroje připisují svému rodákovi, známému fysikovi Dionysiusovi, Papinu, a opět jakémusi Salomonovi de Caus. Zdá se ale nezvratně ze všeho vyplývati, že prvním byl anglický kapitan Savery, který následkem vymyšleného a provedeného zařízení, užitečný mechanický účinek parou vyvedl.

Strojem tím možno bylo, vodu do znamenité výšky zdvihati; to sice dvojím způsobem: když pára v prostoře se nacházející sražením prostoru tu vzduchaprázdnou učinila, a pak, když opět čerstvě vstouplá pára svou rozpínavostí onu vodu ještě výše vystupovati nutila.

Parní stroj Saverův byl jakýmsi druhem tlakostrojné a savné pumpy*) bez pístě, kdež střídavě čerstvě stouplá pára, tlak, a sražená pára sání dovedla; síla páry účinkovala tu *prostředně.*

Mezi tím co Papin zdokonolováním parního stroje Savenova se zaměstknával, vynalezl Angličan Tomáš Newkomen první parní stroj s pístí.

Tento stroj líšil se znamenitě od předešlého zvláštními výhodami, a v krátce se všeobecně zavedl. Nazýván byl také atmosférickým strojem, a síla páry účinkovala *bezprostředně.*

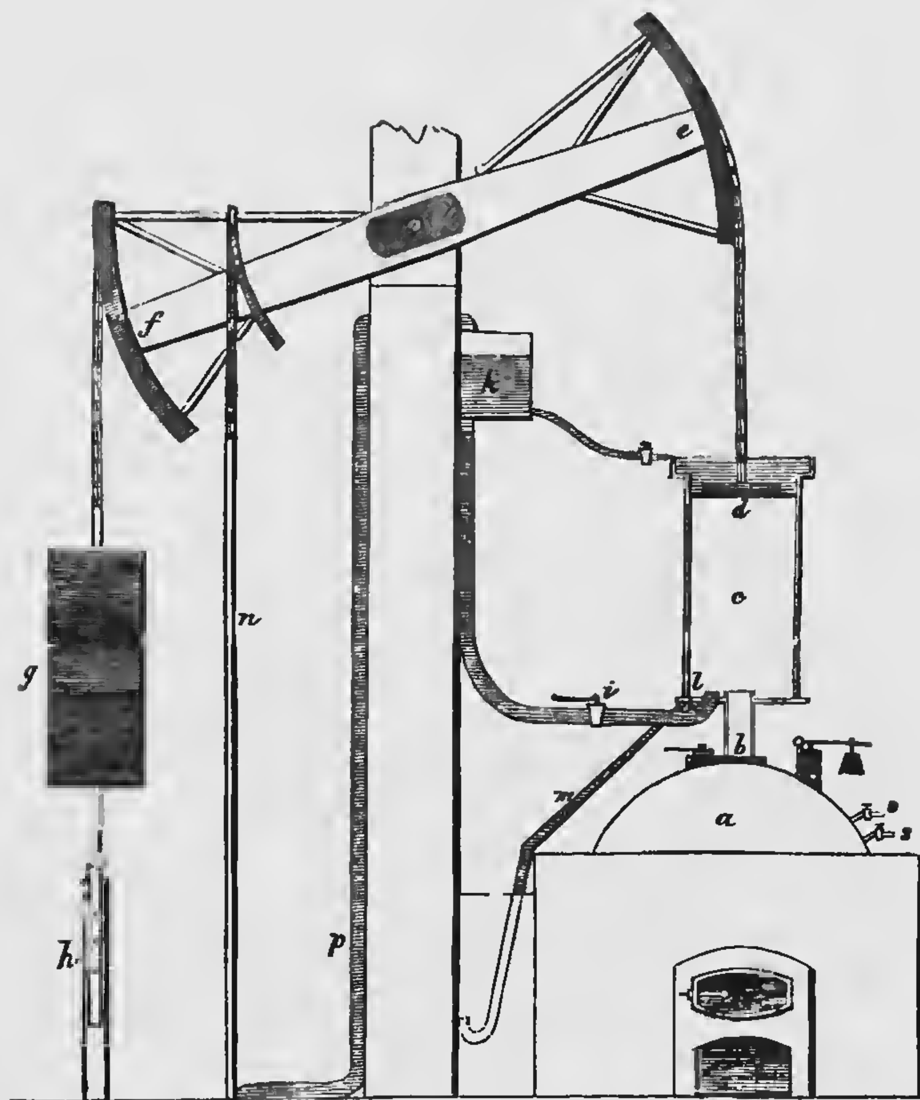
Zařízení atmosférického stroje od Newkomena zakládá se v následujícím: V kotli *a* plodí se pára, a tato, jestli kohoutek *b* otevřen, vniká do válce *c*, pod píst *d*. Tato píst jest na páce *ef* řetězem uvázána; na ramenu páky *f* visí váha *g* a tyč od pumpy *h*.

Jakmile píst dostoupla kraj válce *c*, zamíká se kohoutem *b* kotel, aby pára do válce nemohla; spolu se hned otevře kohout *i*, by voda z nádržky *k* u *l* do válce vstoupiti mohla. Stříkáním vody do válce srazí se pára; tím se také ochladí, a učiní vzduchoprázdnou prostoru ve válci čímž tlak z venku dosti silným se stane, aby píst dolu stlačil, a zároveň tyč *h* pumpy nahoru vytáhl.

---

*) Vývěva.

Obrazec 17.



Voda do válce stříkaná, a sražená pára; či lépe, voda z páry povstalá, vypouští se troubou *m* z válce a pak se poznovu kohout *b* na kotli otevře.

Na páce *ef* jest ještě jedna tyč *n* od pumpy zavěšena, ta vytahuje studenou vodu troubou *p* do nádržky *k;* odtud se časem něco vody na povrch pístě pouští, aby nepropouštěla tato páru.

Pro vyskoumání stanoviska vody v kotli jsou kohoutek *r* a kohoutek *s* ke kotli stranou přiděláuy.

Svým časem změnilo se mnoho na tomto stroji; nevystřikoval a nechladil se válec u vnitř, nýbrž zvenčí; později nestavěl se válec nad, nýbrž mimo kotel, a konečně vynalezlo se ústrojí, nímž sám stroj kohouty otvíral a zavíral.

Tento stroj Newkomenův velmi výhodně upotřeben zvláště tam, kde palivo laciné bylo, na př. v horách uhelných; a tím se také stalo, že stroj Saweryho brzo přišel v zapomenutí. Skoro po 70 let zůstalo toto zařízení stroje Newkomena to samé; až konečně Watt stroj zcela přejinačil, a k dokonalosti úžasné přivedl. Vším právem nazývá se Watt druhým vynálezcem parních strojů, ba vlastně tvůrcem parních strojů přítomné doby.

Nejdůležitější opravy a vynálezy Wattovy byly:

1. Hustič (kondensator).

2. Zaobaloval válce, aby zamezil ochladnutí jich zvenčí; a zavedl pumpy větrové, pro ustavičné odstraňování chladící vody a pozůstalé páry.

3. Uzavíral horem válce, zavedl bixu pro píst, a uspořádal píst tak, že ve válci těsněji přiléhala.

4. Uspořádal stroj parní tak, že píst dvoustraně účinkovala. Až na Watta účinkovala píst povždy jenom jednou; u Wattových strojů účinkuje však pára pokaždé, když se píst nahoru i když dolu se pohybuje, čímž účinek síly zdvojnásobněn.

5. Použil rozpínavosti (Expansion); učil totiž, by přítok páry do válce se dříve uzavřel, než by píst pohyb dolu aneb vzhůru ukončila.

6. Proměnil na parních strojech pohybování rovné v točivé, použiv k tomu účeli klik.

7. Vynalezl parallelogram, čili příčku. Pomocí této pohybování tyče pístové setrvává v kolmém směru, jakýž v uzavřeném válci nevyhnutedlně potřebný jest.

8. Zavedl regulator pro přítok páry, a manometr pro měření tlaku páry.

9. Jiné důležité opravy a změny, jak na kotlích, tak i v topení.

Parní stroje valcové čili pístové dají se seřaditi:

v atmosférické;

v jednostranně, a

v dvojstranně účinkující.

Při atmosférických strojích padá píst *k* (obrazec 18. *A*), když spojení válce s kotlem přerušeno; totiž když kohout *i* uzavřen a spojení s hustičem zjednáno. To se stává, když kohout *z* otevřen, následkem čehož píst z venčí vzduchem tlačena, padá ve válci. Pak opět *k* vystupuje (obrazec 18. *B*), když spojení kotle s válcem obnoveno; totiž, když kohout *i* otevřen, a kohout *z* uzamknout. To samé děje se, když spojení válce s hustičem přerušeno; pak vnikne pára obyčejným tlakem do válce a zjednává tak zevnějšímu na píst horem účinkujícímu tlaku vzduchu rovnováhu; váha páky *p* zbývá pak co účinkující síla.

Obrazec 18.

Toto zařízení má svou platnost, kdy pára v kotli tlačí silou 1 atmosféry. Při páře silnější možno se obejíti i bez váhy na páce *p*. Ku př.

Bylby tlak páry vyvozený na píst 160; zhuštěná pára, jenž z válce vytýká, měla by ještě tlaku 40. Tlak vzduchu na píst z venku bylby 100. Pak by pracovala píst ještě se 60 při vystupování a se 60 při padání. Při páře ještě větší rozpínavosti, čili většího, vyššího tlaku, a při obřemenění válce, možno pak se obejíti bez hustiče; na př. vyvodí-li vstupující do válce pára na píst spodem 220 tlaku, jestli tlak vzduchu na píst horem a váha na páce obnáší 160, tak opět, jak dříve, bude se píst pohybovati na horu a dolu silou 60, protože pára z válce do volného prostoru ubíhající jenom tlaku 100 má.

Při těchto strojích možno také ve válci již dříve vbíhání páry uzavříti, než píst celou cestu ve válci vykonala; v tom pádu pracuje pára uzavřená svou rozpínavostí (Expansion).

Zařízení a sestrojení parního stroje jednostranně účinkujícího a s uzavřeným válcem od Watta, bylo následující:

Obrazec 19.

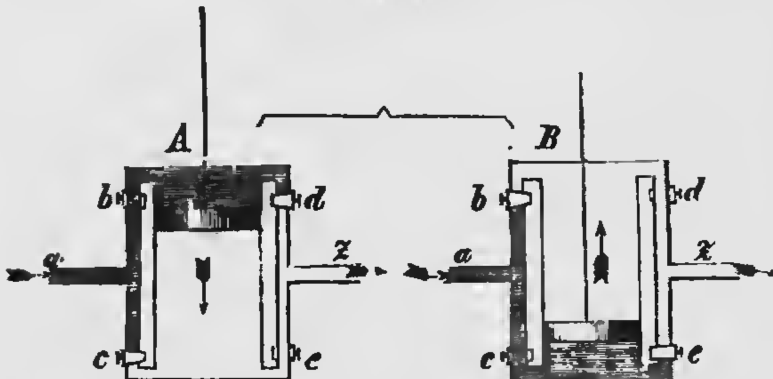
Otevřeným kohoutem *d* mohla pára do válce nad pístí vnikati, a kohoutem *e* opět z válce vybíhati do hustiče; trubkou *a* docíleno spojení hořejšího se spodním dílem válce, když se kohout c otevřel. Byl-li kohout *d* a pak *e* otevřen, a kohout c zavřen, mohla pára kohoutkem *d* do válce vnikající píst stlačiti, a hned spolu vyzdvihla břemeno *b*, na páce zavěšené.

Po ukončení tohoto pohybu otevřel se kohout *c*; zato ale *d* a *e* se zavřely. Zjednána tím rovnováha obou stran ve válci; protože pára troubou *a* v spodním dílu válce se mohla rozprostranit, a břemeno *b* vyzdvihlo píst. I při tomto stroji možno bylo mnoho oprav zavésti, a sice: větším obřemeněním pístě kde

pak potom pára vezpod válce účinlivou se stala; dále upotřebením silnější páry a vypuštěním jí do volného prostoru po účinku a konečně i rozpínavostí páry zjednala se důležitá oprava těchto strojů, tak jakž toho máme důkaz po dnes na Cornwal'ských strojích.

Třetí druh válcových strojů zahrnuje v sobě všecky stroje, při kterých pára nad i pod pístí střídavě účinkuje, tedy dvojstranně účinkující stroje. Pára může troubou *a* dvěmi cestami vnikati do válce a sice cestou *b* a *c* a dvěma jinými cestami *d* a *e* opět z válce buď do hustiče aneb do volného prostoru vybíhati; píst padá, když kohouty *b* a *e* otevřeny, zato ale *c* a *d* zavřeny jsou, tak jako u *A*; píst vystupuje, když obráceně *c* a *d* otveřeny, zato ale *b* a *l* zavřeny jsou jako u B. Patrno z toho, žena základě tomto mnoho oprav se strojem parním tohoto druhu se dělo, nebo od vynalezení Wattovského stroje stavějí se výhradně jenom stroje s dvojstranní účinlivostí. Dále rozdělujeme parní stroje:

Obrazec 20.



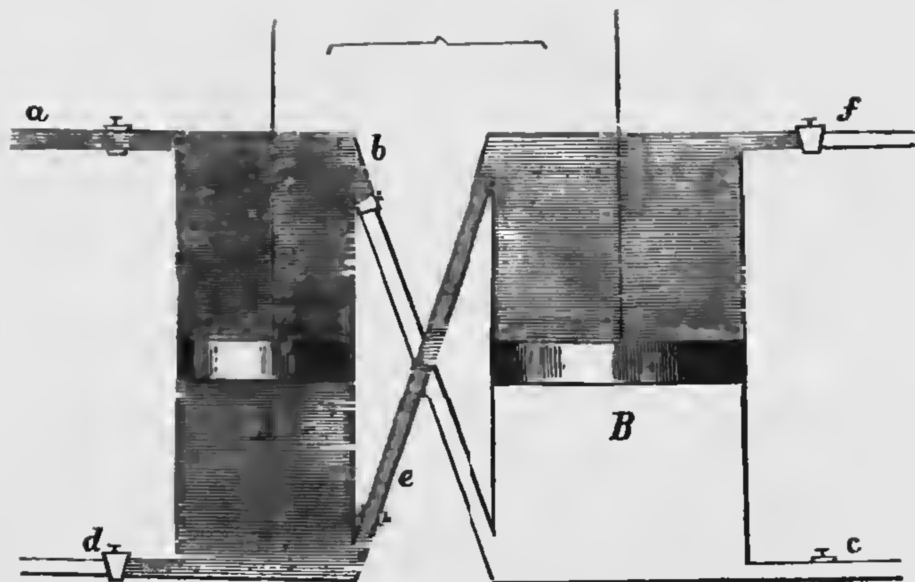
1. Dle způsobu, jak se páry při stroji upotřebuje:
   A. nízkým tlakem, až nejvejš $1^1/_2$ atmosféry tlaku
   B. středním tlakem až nejvejš 3 atmosfér tlaku
   C. vysokým tlakem až nejvejš 10 atmosfér tlaku
2. Dle upotřebení plného, stálého tlaku aneb rozpínavosti páry:
   A. plným stálým tlakem a
   B. rozpínavostí páry účinkující (Expansionsmaschinen).
3. Dle způsobu, zdali rozpínavost páry nenecháme účinkovati v prvním nýbrž až teprv v druhém válci.

Zařízení a sestrojení stroje posledního druhu spočívá v následujícím:

A a *B* jsou dva válce nestejné velikosti. Kohoutem *a* pak *d* vstupuje pára z kotle do válce užšího *A*; kohoutem *c* a *f* vytéká pára ze širšího válce dovolného prostoru aneb do hustiče. Oba válce jsou dvěma troubama *b* a *e* spojeny a sice hořejší díl válce *A* se spodním dílem válce *B* a tak opět naopak.

Stojí-li obě pístě na nejvyšším stanovišti pohybu a kohouty *a*, *e*, *c* se otevřou, zato ale kohouty *d*, *b*, *f* uzamknou, rozprostře se tlak páry nad písti *A* a píst se bude pohybovati dolu, protože pára nacházející se pod písti *A* vnikne otevřeným kohoutem *e*

Obrazec 21.



nad píst válce B, kde se mocí pružnosti své roztáhne a píst B ku pohybu dolu přivede, anto kohoutem c pára pod pístí B se nacházející ubíhati může; tím to způsobem opakuje se pohyb obou pístí naopak. Obě pístě vystupují a sestupují zároveň, i možno, aby na tom samém ramenu páky účinkovali. Tento způsob parních strojů zaveden A. Wolfem, protož také slují Wolfovské parní stroje.

4. Dle způsobu, že někdy i parní stroje středního tlaku, často ale stroje vysokého tlaku bez hustiče se strojí.

Méně a více rozeznávají se parní stroje také tím, že se k otáčivému pohybu mimo páky (Balancier) takékliky (Kurbel) užívá a že se stavějí parní stroje nejenom stojaté, ale i ležaté. Vzdor všem rozličnostem možno konečně všecky parní stroje seřaditi ve 4 druhy:

A. v parní stroje bez rozpínavosti a bez hustiče,
B. parní stroje bez rozpínavosti ale s hustičem,
C. parní stroje s rozpínavostí a bez hustiče,
D. parní stroje s rozpínavostí a s hustičem.

Nejhlavnější díly parního stroje.

Nejhlavnější díly parního stroje jsou: válec, píst s tyčí, rozdělovací ustrojí (Steuerung), hustič, setrvačné kolo, klika aneb páka.

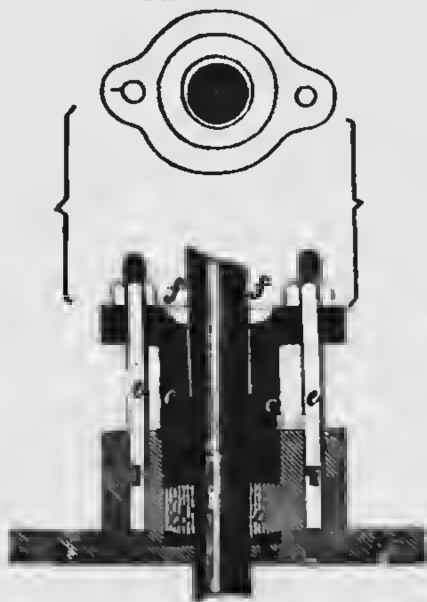
Válec jest dutá roura z litiny důkladně uvnitř vysoustružená. Hořejší i dolejší otvor válce jest připevněnou plotnou uzavřen maje uvnitř nahoře a dole otvor pro přitékání a odtékání páry.

Výška válce stojí ve vhodném poměru k průměru jeho; obyčejně bývá výška 2 až $2^1/_2$krát větší průměru válce. Poměru tohoto musí se šetřiti pro uvarování velké ztráty tepla v páře obsaženého, kterážto tím větší jest, čím povrch válce větší a čím většího času k jednoduchému pohybu pístě potřebí. Známo jest, že mezi všemi válci stejného objemu onen nejmenší povrch má, který jak vysoký, tak široký jest.

Obyčejně obaluje se válec zvenčí plstí, aby se zamezilo ochlazování páry ve válci. Plotna hořejší i dolejší na válci musí šrouby tak pevně a přiléhavě upevněna býti, aby vzdorovala nejen tlaku páry, ale aby ani páru nepropouštěla.

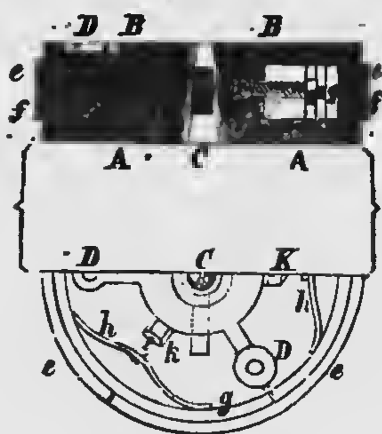
U prostřed hořejší plotny sedí upevněná bixa, jejímž prostředkem týče písti procházejí.

Obrazec 22.



Ve výkresu přístojícím 22. jest lze viděti kus hořejší plotny *b*, k níž bixa *c* šroubami *e* upevněna jest; *d* jest prostor určený pro ucpání tyče písti. Toto ucpání sestává z konopí máčeného v loji, aby páru tak snadno nepropouštělo a jest pevně v prostoru pomocí bixy a šroubem vtěsnáno. K uvarování velikého tření a k zamezení prostupování páry musí se hůl písti často lojem mastiti, k čemuž, aby se mastnota udržela, slouží v bixe vykroužená miska *f*. Poněvadž nyní zřídka kde dolejší díl pístě se obkládá konopím (provazy z konopí) nýbrž kroužkami z průžné litiny, pominem zavrženého již způsobu a raději přidržíme se nového lepšího.

Obrazec 23.



V připojeném obrazci 23. představuje *AA* spodní díl písti, *BB* pokrývadlo neb plotnu, *c* konec týče zadělaný v spodním kulatým dílu pístě, *DD* jsou šrouby, nimiž plotna *BB* s ramenami *CD* spojena jest. Kroužky *efg* jsou buď z pružného kovu sestrojeny, neb i z litého železa a bedlivě vykrouženy k tomuto účelu velmi dobře se hodí.

Péra ocelová *hh* působí pružností vyvozeným tlakem na roztahování kroužků k tomu cíli, by tyto těsně na stěny válce u vnitř přiléhaly; péra nechají se šroubami *kk* více neb méně napnouti.

Hlavní zřetel musí se obraceti k poměru mezi spodním dílem písti a nasazené tyče, z něhož poměr, mezi výškou kroužků pružných k průměru spodní části pístě a pak poměr síly tyče písťové k průměru válce u vnitř se ustanovuje.

Poněvadž ani vnitřní plocha válce, ani plocha povrchní pružných kroužků úplně hladká není, možno jenom tehdá docíliti úplné přiléhání obou ploch na sebe, aby páru nepropouštěly, když se dá kroužkům jistá přiměřená šířka; tato nesmí malá býti, poněvadž by se úplné uzavření páry nedocílilo, a velká opět proto nemůže býti, proto že by tření písti ve válci poměrně se zvětšilo a tím síly stroji ubíralo.

K úplnému uzavření páry ve válci pístí zapotřebí na zřeteli míti dokonalé, kolmé postavení písti ve válci; je-li plocha spodní části písti nakloněna, totiž jestli stojí výstředně k ose válce, což v malé míře snadno státi se může, bude pak pro nestejné rozdělení tření píst páru z jedné prostory do druhé propouštěti, jestli pružné kroužky na obvodu přiměřenou šířku míti nebudou. Dle učiněných zkoušek stojí tato šířka písťových kroužku v poměru k průměru zpodní části pístě jako 1 : 3 až 1 : 6 u pístí, jichž obvod konopím obložen; jako 1 : 6 až 1 : 9 při pístích kovovými kroužky obložených. Musí panovati větší poměr u menších, menší poměr u větších pístí.

Tyč písti zhotovuje se z kovaného železa, ocele aneb také z litiny. Jak pevná, totiž silná a z jakého kovu musí býti, aby sílu páry bez všeliké překážky přenášela na jiné stroje, možná se dověděti z formule:

$d = \frac{D}{14}\sqrt{p}$ která platí pro parní stroje dvojstranně účinkující, a pro píst ze železa kovaného;

$d = \frac{D}{22}\sqrt{p}$ pro píst z ocele a

$d = \frac{D}{12}\sqrt{p}$ pro píst z litiny, ve které *d* naznačuje průměr tyče, *D* průměr válce, *p* tlak páry v atmosférách, a veličiny 14, 22 a 12 naznačují koeficienty pevnosti uvedených kovů. Na př. Jak velký průměr musí mýti tyč písťová z kovaného železa pro parní stroj dvojstranně účinkující, když pracuje v síle 5 atmosfér, a bez hustiče, a válec má 24″ v průměru.

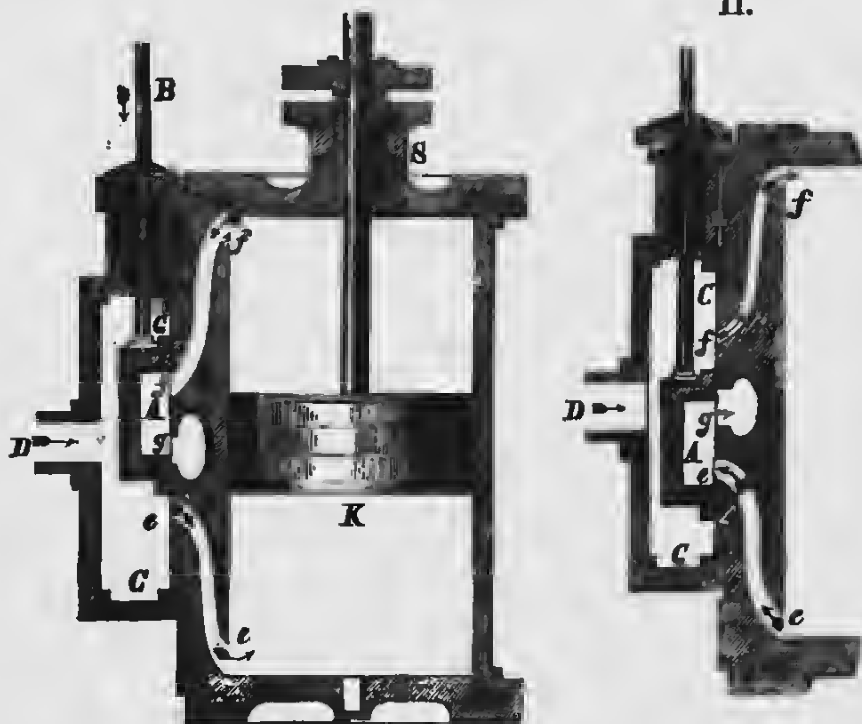
Dle formule $d = \frac{D}{14}\sqrt{p} = \frac{24}{14}\sqrt{5-1} = \frac{12}{7}\sqrt{2}$ $= \frac{12}{7} \times 2 = \frac{24}{7} = 3^3/_7$″. Pára z kotle přivádí se

troubou nejdříve do komory na blízku válce, odkuď pravidelně rozdělena, rozvádí se pod a nad píst válce střídavě.

Rozváděcí ústrojí dílu vnitřního.

Rozváděcí ústrojí sestává z vnitřního a zevnitřního dílu. Nejobyčejnější a nejzvláštnější rozváděcí ústroji dílu vnitřního jest v přístojícím obrazci 24. znázorněno.

I. Obrazec 24. II.



A jest šoupadlo uzavřené v komoře *CDC* pohybované holí *AB* a přiléhá zúplna svou čelní stranou, která hoblovaná jest, na plochu válce taktéž hoblovanou. Rourou *D* přivádí se pára a vbíhá v postavení I. u *ee*, zpod pístí, a tlačí ji vzhůru, naproti v postavení II. vbíhá pára u *ff* nad píst, a tlačí ji dolu; v prvním pádu ubíhá pára *ff* do komory šoupadla, odkuď otevřenou cestou *g* vybíhá buď do volného prostoru, aneb do hustiče; v druhém pádu vybíhá zkrz *ee'*, a dále opět otevřenou cestou *g*, buď do volného prostoru aneb do hustiče.

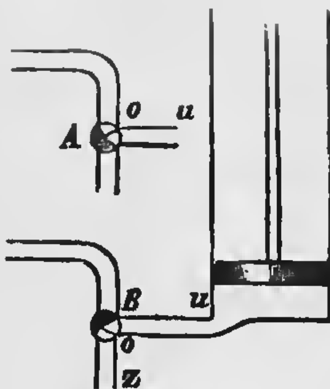
Rozličná zařízení vnitřního dílu rozdělovacího ústroji sestává dále:

1. Z kohouta při atmosférických parních strojech.

U těchto strojů musí pára střídavě pod píst vstupovati, a opět odtuď vycházeti do hustiče. Jest tedy jediného průchodu pro páru *u*, a žádné komory zapotřebí; ústí při *u* stojí ve spo-

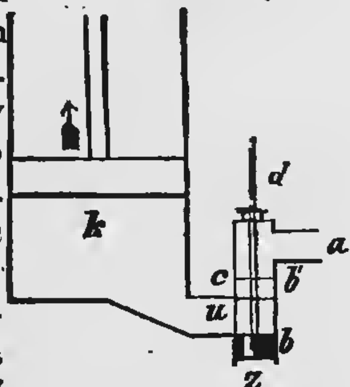
jení s troubou přítoku a odtoku. V obrazci 25. ukázáno a docíleno jest kohoutem *o*, půlkulatým otvorem opatřeným, když se ve čtvrt kruhu sem a tam otáčí. Stojí-li kohout jako u *A*, vbíhá pára pod píst při *u*; stojí-li opět jako u *B*, pouští páru troubou *z* do hustiče. Zavedení toto jest docela jednoduché, jenom že, mají-li kohouty úplně průchody uzavírati, způsobují veliké tření a pára brzy vybíhá.

Obrazec 25.



2. *Při atmosférických strojích: z pístě.* Pára přibíhá troubou *a* a odtýká troubou *z*; *c* jest bota čili válec na páru, ve kterém se píst šoupá dolu pod otvor *u*, aneb nad *u*. V prvním pádu jest *u* s *a* ve spojení a v druhém postavení opět *u* s *z*; dle prvního píst ve válci vystupuje a dle druhého padá.

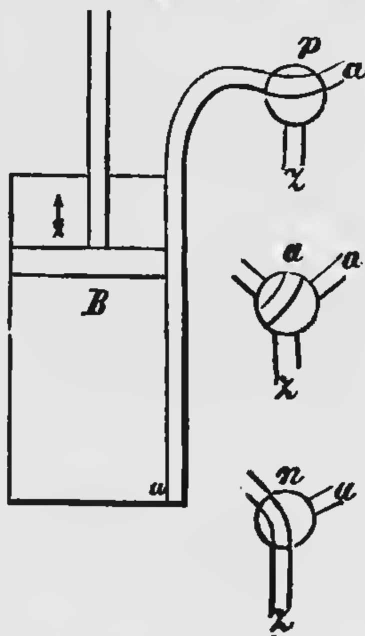
Obrazec 26.



3. *Při jednostranně účinkujících strojích z kohoutu.*

Pára vystupující do válce, má píst vytlačiti do výšky dílem svou rozpínavostí; a proto ještě mezi vystupováním pístě musí přítok páry uzavřen býti; to se docílí opět kohoutem, jak jsme již dříve viděli, jenom s tím rozdílem, že kohoutem třikrát se musí otáčeti. Mezi chodem pístě dolu musí kohout takové postavení zaujmouti, jako v *n*, tak že *u* a *z* ve spojení, a sice s hustičem, stojí; mezi vystupováním pístě musí kohout dříve postavení *p* zaujmouti, aby *u* s *a* totiž přítok páry z kotle zjednal. Nato musí postavení *q* zaujmouti, aby se tak přítok páry uzavřel.

Obrazec 27.

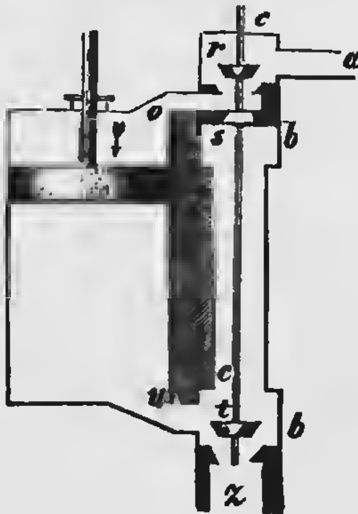


4. *Při jednostranně účinkujících strojích uzavřenými válcemi, a klapkovými zámyčkami (Klappenventile).*

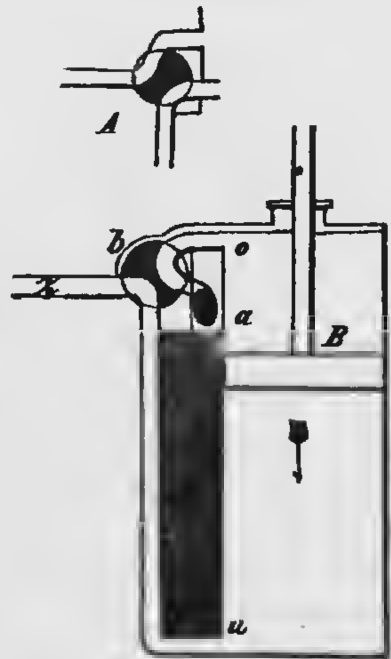
Při tomto zařízení žene pára píst vždy jen dolu tak, že *a* s *o*, a pak *u* s *z* ve spojení stojejí; vystupování pístě do výšky děje se váhou na páce zavěšenou, a zároveň když průchod *o* s průchodem *u* ve spojení vstoupí. Toto spojení docílí se třemi zámyčkami *r*, *s* a *t*, které se v prostoru neb botě *b* nacházejí, a kteréž tyčkou *c* vedeny jsou. Když píst dolu se pohybovati má, vyzdvihne se

tyče *e* tak, že *r* a *t* otevřeny, a zámyčka *s* zapadlá jest, tedy svůj otvor uzamíká. Tím zjednán volný průchod z *a* do *o* páře nad píst se proudící, a zjednán hned zároveň průchod páře z *u* a *b* do *z* odbíhající. Pohybuje-li se *c* dolu, uzavírají zámyčky *r* a *t* průchody *a* a *z*; a hned za tím zámyčka *s* se otvírá, tak že pára z *o* do *u* ubíhati může, a obě plochy pístě tím stejného tlaku nabydou.

Obrazec 28.



Obrazec 29.



5. *Při dvojstranně účinkujícím stroji zavedením kohoutu čtvrtchodového.*

Píst se pohybuje v tomto pádu jedině tlakem páry.

Při pohybu dolu musí pára do prostory nad pístí vnikati a dole ubíhati, a obráceně při chodu pístě vzhůru.

To se dovede pomocí kohoutu čtvrtchodového *b*, který jest dvojnásobně provrtán. Při postavení, jak obrazec 29. ukazuje, jest pohyb pístě dolu zařízen; protože pára, z *a* přicházející, otevřeným průchodem na píst horem tlačí, a pára, pod pístí se nacházející, ubíhá průchodem *u* a *z*. Při postavení *A* jest účinek páry opáčný, a píst vystupuje.

6. *Při dvojstranně účinkujícím stroji, zavedením šoupadla aneb truhlíku šoupavého.*

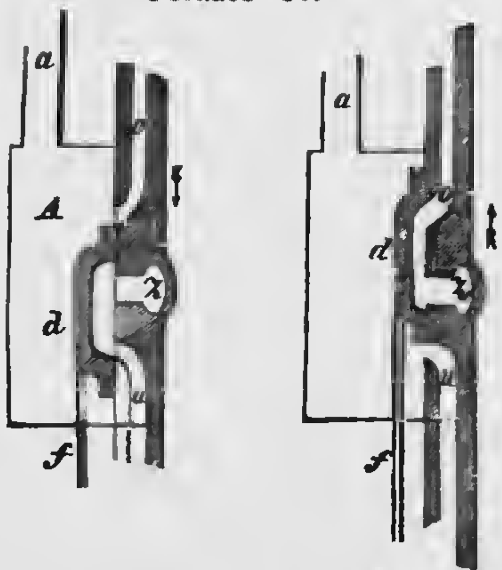
A jest komora na páru.

a trouba přítoku páry, a *z* ústí pro vybíhání páry.

o a *u* průchody pro vedení páry nad a pod pístí.

d jest šoupadlo, jenž za pomocí tyče *f* sem a tam pohybováno bývá.

Obrazec 30.



Šoupadla tato, mající podobu *D*, aneb šuplíku, jehož široké kraje přiléhajíce, šoupají se po plotně na válci přilité. Plotna tato má v sobě oba průchody pro páru, do válce vedoucí; a pak otvor čili ústí pro odvod páry, která z válce vybíhá. Poněvadž šuplík těsně k plotně přiléhá, možno tedy každý z těch tří otvorů od komory odděliti a nad to, když šoupadlo přiměřenou výšku má, současně otvor *o* anebo *u* úplně zavříti, čili také před *a* i před *z* uzavříti. Aby pomocí tohoto šoupadla rozdělování páry se docílilo, zapotřebí pouze střídavého pohybování aneb šoupání; tak, aby v každém postavení potřebné průchody buď uzavřeny neb otevřeny byly.

V postavení prvním na obrazci 30. vniká pára z *A* do *o* a *u* jest ve spojení se *z*; píst se pohybuje dolu.

V postavení druhém na obrazci 30. jest opak předešlého, a píst vystupuje.

Obrazec 31.



Z přístojícího výkresu 31. jest patrně viděti 4 rozličných postavení šoupadla; totiž při každém pošoupnutí sem a tam, neb nahoru a dolu, uzamíká šoupadlo *d* okamžitě svým krajem průchod *o* neb *u* páře. Tož docela přiměřené a vhodné jest, když uzavření s okamžením splývá, kde píst pohyb střídá.

7. *Při strojích s rozpínavostí páry (expansivní stroje) zavedením šoupadla.*

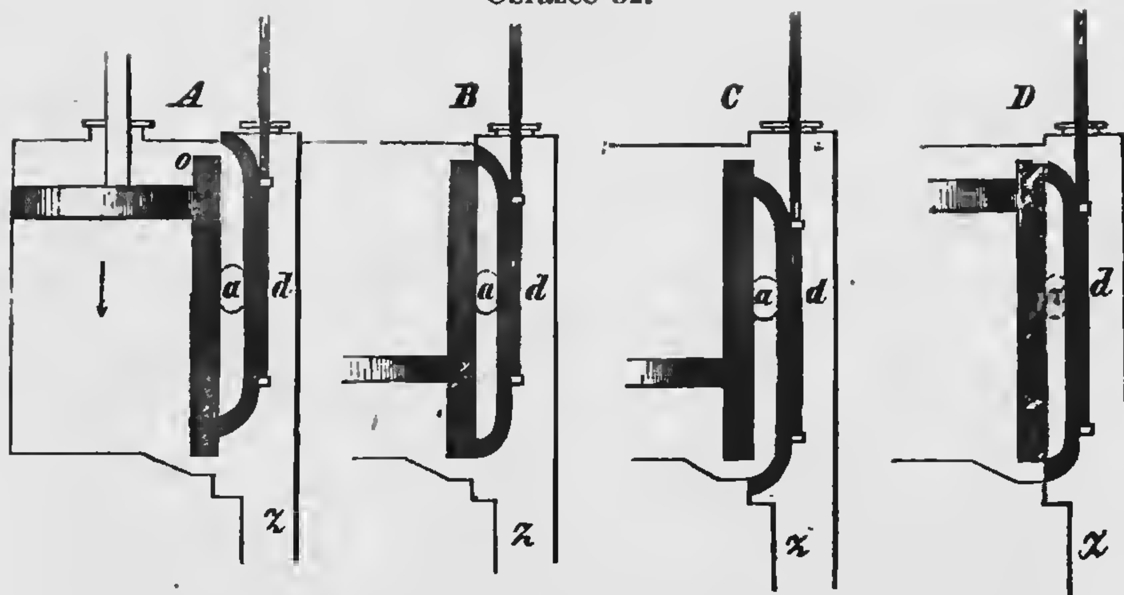
Jakým způsobem rozdělování páry šoupadlem by se díti mělo, aby přitékající pára mezi pohybem pístě k zaražení přišla, patrno z čtyr postavení šoupadla *d* v obrazci 32., kdež pára otvorem *a* přibíhá, a troubou *z* odtýká.

Má-li ku příkladu pára v čase první třetiny pohybu pístě plným tlakem, v následujících dvou třetinách ale rozpínavostí svou účinkovati, tak se to stane, když na začátku pohybu pístě dolu, šoupadlo *d* v postavení *A* se nachází; když pak píst dvou třetin výšky ve válci pošla, zaujímá šoupadlo postavení *B;* konečně přijde šoupadlo vystupováním pístě v postavení *C* a *D.*

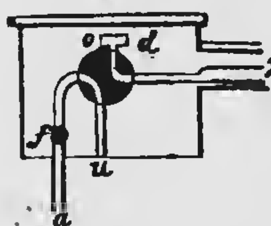
8. *Při strojích s expansí zavedením dvou kohoutů.*

Mimo kohoutu čtyrchodového, pro rozdělování páry, nachází

Obrazec 32.



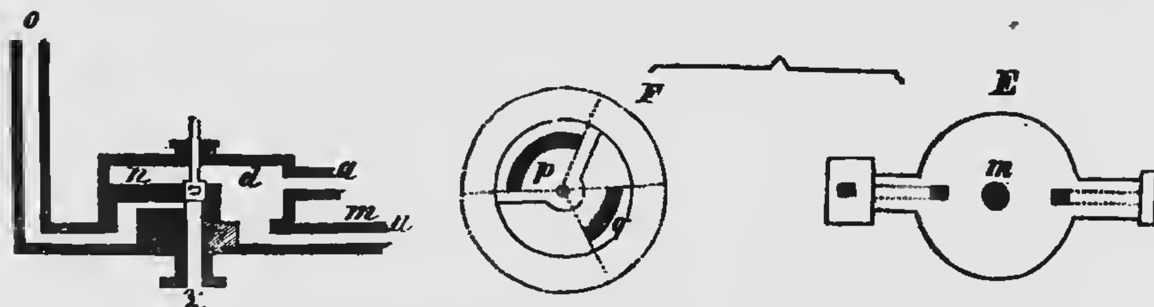
Obrazec 33.



se tu ještě druhý kohout *f* jednoduše provrtán, pro uzavírání přítoku v troubě *a*; ten povždy jenom na počátku pohybu pístě, a to jen tak dlouho otevřen jest, až rozpínavost páry započne účinkování své; pak se hned opět uzavírá, *d* střídá své postavení jenom na počátku nového pohybu pístě. Odtok má ustavičně do *z* průchod volný buď z *o* neb z *u*; přítok ale jenom, poněvadž jej *f* uzavírá, mezi částkou pohybu pístě.

9. Rozdělovací ústrojí s otáčivým kotoučem.

Obrazec 34.

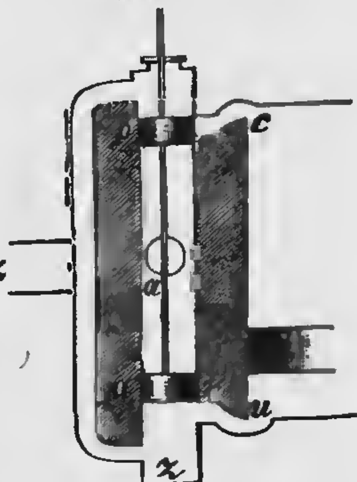


Toto ústrojí sestává ze tří hlavních dílů, jakož v průřízu obrazce viděti možno; totiž: z okrouhlého dna *m*, komory na páru *d*, z okrouhlé pokrývky *n*. Tato se pohybuje nad dnem, a okolo středu komory na páru.

U *a* vstupuje pára do komory, u *z* vybíhá do hustiče. Trouba *u* souvisí se zpodním, a trouba *o* shořejším dílem válce. Jak v obrazci znázorněno, pára z *d* do *u*, tedy do zpodu válce vedená, žene píst do výšky o současně pára nad pístí vybíhá troubou *o* do hustiče *z*. Otočí-li se nyní osa pohyblivého kotouče

čili kulaté plotny do půlkruhu, tak přijde otvor průchodu *o* s komorou *d* ve spojení; zato ale *u* a *z* přijde na otvor *q* opevněné plotny k postavení. Tudíž povstane mezi *u* a *z*, pak mezi o a *a* spojení současné, následkem jehož píst se pohybovati musí. Z toho jde, že okrouhlá plotna *m* na podobný způsob jako šoupadlo střídavě průchody s *a* a *z* ve spojení přivádí a jedině tím se liší, že své šoupání v kruhu provádí. *E* jest výkres upevněné plotny *m* s třemi otvory, a *F* jest výkres točící plotny s otvory *p* pro spojení s *z* a kratší *q* pro spojení s *a*.

Obrazec 35.

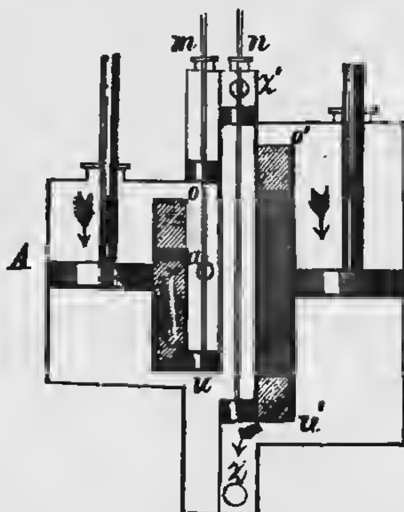


Tak jak v přístojícím obrazci pístě *p* a *q* stojejí, jest výtok páry z *a* do hořejšího dílu válce uzavřen; zato dolem odbíhá pára průchodem otevřeným do *z*, a tak opět naopak. Toto ústrojí platí při strojích expasivních.

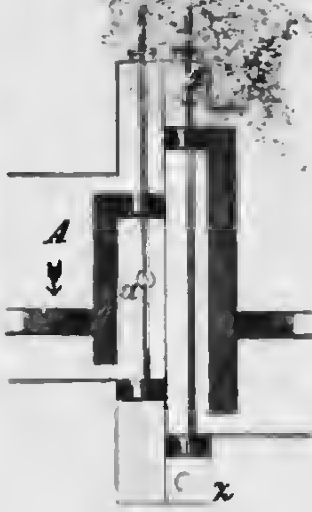
11. Rozdělovací ústrojí u parních strojů o dvou válcích s pístí podle Wolfa zavedené.

Jak již dříve vysvětleno bylo, vbíhá pára ustavičně do menšího válce, a vstupuje po účinku plného tlaku v tomto, do válce většího, kde svou rozpínavostí účinek tlaku vyvine; odtud pak vystupuje buď do hustiče, neb do volného prostoru. Rozdělovací ústrojí může se i zde opět buď pístěmi neb šoupadly, neb složeně z obou, a konečně i kohoutami zavésti.

Obrazec 36.



Obrazec 37.



Pára vystoupí z průchodu *a* a po účinku vstoupí otvorami *z* anebo *z'* do hustiče. To se stane 4 pístěmi (dvou párů), jenž jsou na tyčích *m* a *n* zavěšeny, a při každém jednoduchém

pohybu pístě současně malounko buď vzhůru neb dolu se pošoupnou.

Mysleme si píst právě v pohybu dolu, jak to v obrazci 36. znázorněno; tu vtéká pára z *a* přímo do *o* nad píst malého válce *A*. Pára nacházející se zpod pístě, může průchody *u* a *o'* nad píst velkého válce vbíhati; a pára nacházející se pod pístí tohoto velkého válce, vybíhá průchodem *u'* do hustiče *z*. Jakmile obě pístě pohyb dokončily, pohne stroj tyčemi *m* a *n* o něco málo dolu, tak že přejdou v postavení v obrazci 37. naznačené; opak předešlého nastoupí, a pára vybíhá konečně otvorem *z'* do hustiče.

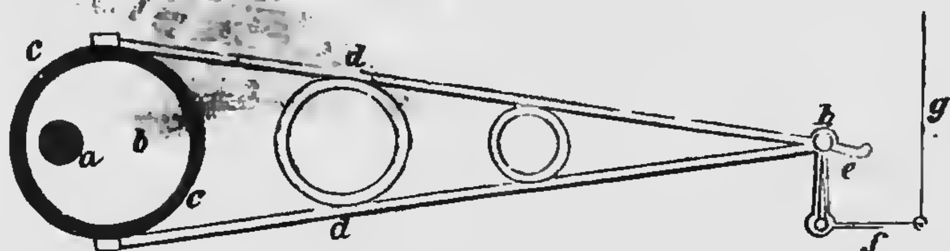
Rozdělovací toto ústrojí možno u Wolfovských strojů také buď šoupadly neb kohouty zavésti.

O zevnitřním dílu rozdělovacího ústrojí.

Náležité tedy rozdělování páry pro válce spočívá skorem povždy na tom, že zámyčky, ať jsou již šoupadla aneb klapky, povždy tahadlem sem tam šoupány bývají; a z toho nyní vyplývá potřeba jiného ještě zařízení, nímž by podobné pohybování se docílilo.

Otáčí-li píst hřídelem, a má-li tahadlo za dvojnásobného pohybu pístě, aneb za jedno otočení hřídele sem a tam jednou jíti, docílí se toho nejsnáze výstředným kotoučem, upevněným na hřídeli a opatřeným po obvodu hřídelovém volným kroužkem spojeným s tahadlem.

Obrazec 38.

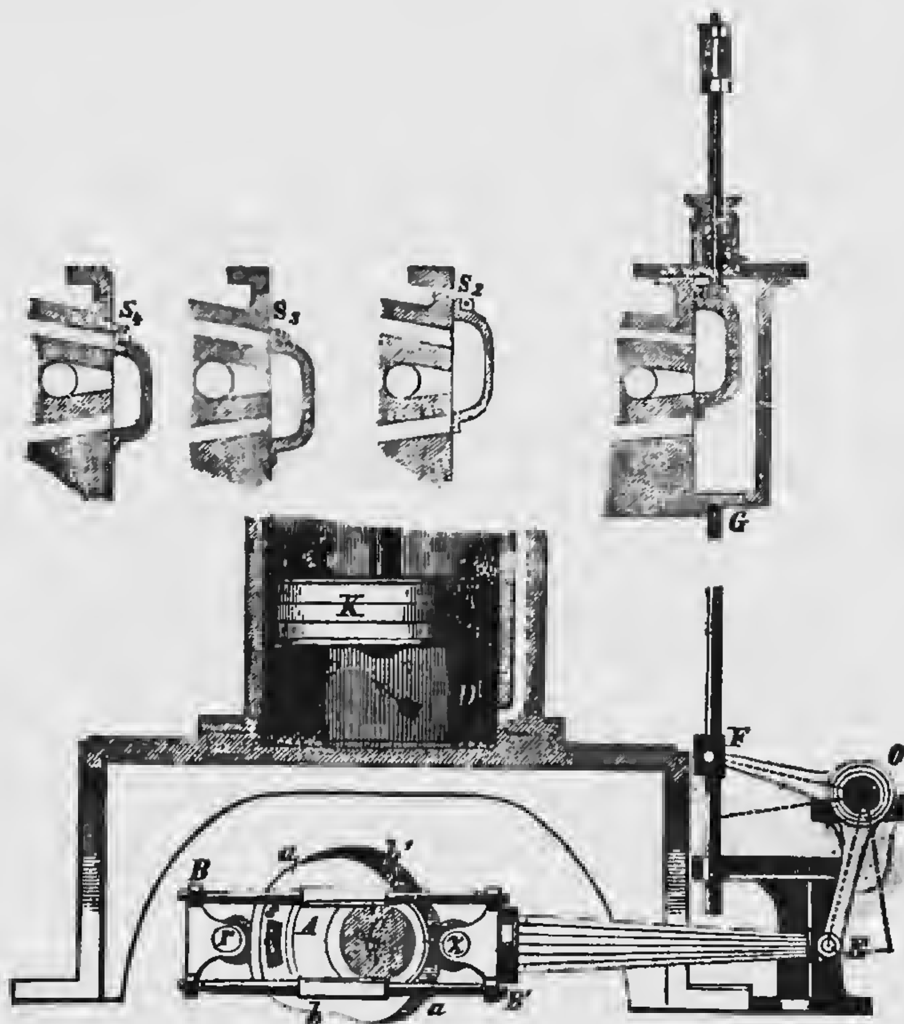


Představuje-li *a* v obrazci 38 hřídel, *b* kotouč výstředně na hřídeli upevněný, *c* na obvodu kotouče kruh; musí tahadlo *d* při každém otočení hřídele, a pomocí lomené páčky *e f*, tyči *g* jednou sem a tam pošoupnouti.

Dle velikosti, výstřednosti, a délky ramen lomené páčky, jest lehce šoupání toto stanoviti. Dle poměrného usazení výstředního kotouče ku klice dá se pohyb šoupadla k pohybu pístě stanoviti, dále i velmi lehce nechá se tahadlo *d* ze spojení *e* vytažením hřebu *h* vyzouti, a *g* rukou pohybovati. I tam

kdo se rozdělování páry děje písťovými zámyčkami jako v obrazci 36—37, dá se pohyb ústrojí takového také výstředním kotoučem provésti.

Obrazec 39.



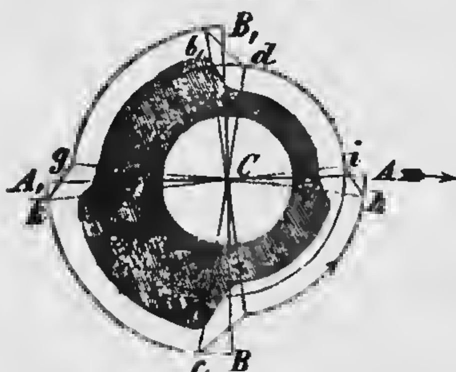
Ústrojí zevnější pro rozdělování páry u strojů expansivních možno docíliti zvláštním zařízením excentriky, se stupněmi, tak jak ji přiložený obrazec znázorňuje. Vynalezení tohoto ústrojí přináleží jakémusi Saulnierovi.

D představuje válec a *C* hřídel, jehož otáčení klikou, a pístí *K* se vyvádí. 4 násobné postavení šoupadla viděti z S_1, S_2, S_3, S_4. *A* jest excentrika *BB*, sestrojený dvojnásobný rámec s kolečkami vodícími (Frictivuswalzen), které excentriku a hřídel objímají. *BE*, ve spojení s lomenou pákou *EOF*, a tyčí *FG*, představuje ústrojí k posouvání šoupadla, anebo vodorovně sestrojenou excentriku. Excentrika tvoří 4 stupně *a b a' b'*; dva jsou vystupující, a dva zapadající. V postavení prvním S_1, jak nakresleno, nachází se šoupadlo nahoře; přijde-li při dalším otáčení

excentriky stupeň *a* pod kolečko *r*, pošoupne se rámec v pravo, a tyče šoupadla posouvne se dolu a přijde v postavení S_2; přijde-li *b* pod *r*, posouvne se rámec ještě více v pravo, a šoupadlo přejde v postavení S_3. A přijde-li stupeň *a* pod levé *r*, tak posouvne excentrika rámec i s tyčí v levo, a proto šoupadlo nahoru v postavení S_4; konečně přijde stupeň *b*, pod *r*, a excentrika posouvne rámec i s tyčí ještě dále v levo, a šoupadlo přijde opět v postavení S_1. Aby ale šoupadlo průchody pro páru v pravý čas otvíralo a zavíralo, musí jeho vnitřní délka 4krát, zevnitřní 6krát a dráha, kterou posouváním nahoru neb dolu projde, 3krát tak velká býti, jako jest výška některého z průchodů; dále musí šoupadlo při středním postavení pístě jednu třetinu své cesty, a na konci pohybu pístě dvě ostatní třetiny své cesty projíti, či se posouvnouti; proto stupeň *b* exentriky jest ještě jednou tak vysoký jak stupeň *a*.

Sestrojení excentriky stupňové jest v obrazci 40 znázorněno. Dvě přímky *A A*, a *B B*, kolmo ve středu na sobě, dělí excentriku na 4 stejné aneb nestejné díly; na konci každé jest jeden stupeň. *A B* jsou stupně vystupující, *A, B,* zapadající. *A* a *A,* mají jednoduchou výšku; *B* a *B,* dvojnásobnou.

Obrazec 40.



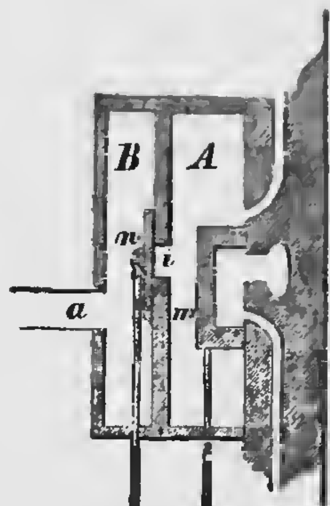
Aby excentrika v rámci se nikde nevzpírala, musejí stupně tak uzpůsobile sestrojeny býti, aby všecky přímky středem jdoucí a body protivné spojujíeí, stejně dlouhé mezi sebou byly a vnitřní vzdálenosti rámce se rovnaly. Na př. přímka $cd = ef = gh = ik$. Poněvadž ale excentrika není bezprostředně v objetí rámce, nýbrž od koleček *r* a *r*, uvnitř zachycena jest, sestrojuje se pomocí poloměru kolečka křivka (Kurve) *ABA,B,* rovnoběžně s *ab a,b,*. Vykreslení této křivky dovede se, když poloměrem kolečka *r* kružidlem ve mnohých bodech obvodu *ABA,B,* kruhy velikosti kolečka *r* se opíšou, a pak vjednu křivku spojejí.

Jiné ústrojí pro rozdělování páry u strojů expansivních jest dvěma šoupadly v obrazci 41. zavedeno.

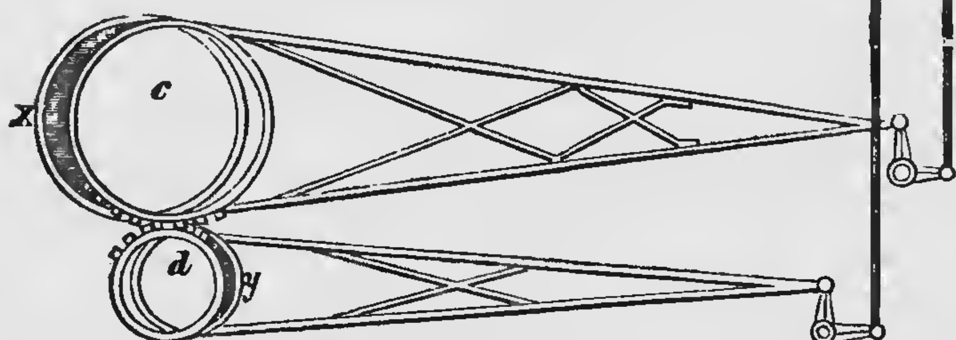
Obrazec nám toto ústrojí, jak u vnitř i zevnitř se zavésti má, naznačuje; vynalezení jeho připisuje se jako předešlé Saulnierovi.

A představuje komoru na páru, kde se šoupadlo *m* nachází; *B* značí prostoru před komorou, kde opět šoupadlo *n* uzavírá střídavě přítok páry otvorem *i* propouští, a zavírá; *a* jest troba

přítoku. Protože zavírací šoupadlo *n*, jenž přítok páry mezi částkou pohybu pístě zameziti má, právě dvakrát tolik pohybů, sem a tam učiniti musí, jako šoupadlo *m*: musí býti tedy 2 výstřední kotouče *x* a *y*, a zároveň 2 osy *c* a *d*, z nichž jedna dvakrát tolik otáček učiniti musí, co druhá. To se zavede dvěma do sebe zazubenýma kolma, z nichž jedno dvakrát tolik zubů má, co druhé. A pro-

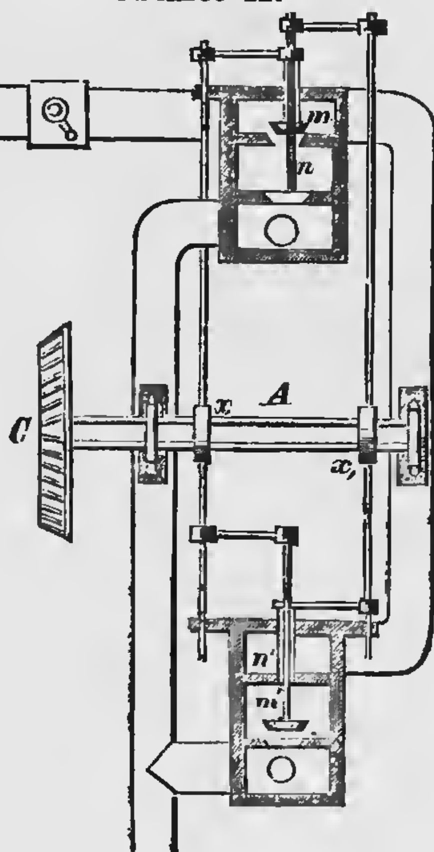


Obrazec 41.



tože cesta, kterou šoupadlo *n* projíti musí, kratší jest oné šoupadla *m*, musí výstřednost a spolu průměr výstředného kotouče *y* menší býti, než výstřednost kotouče *x*. Toto zařízení má mimo jednoduchého a lehkého sestrojení i tu výhodu do sebe, že možno expansí dle libosti zvětšiti aneb umírniti, když jenom jedno z oných dvou koleček o jeden neb o více zubů postrčíme, a tak postavení obou excentrik o něco málo změníme.

Obzazec 42.



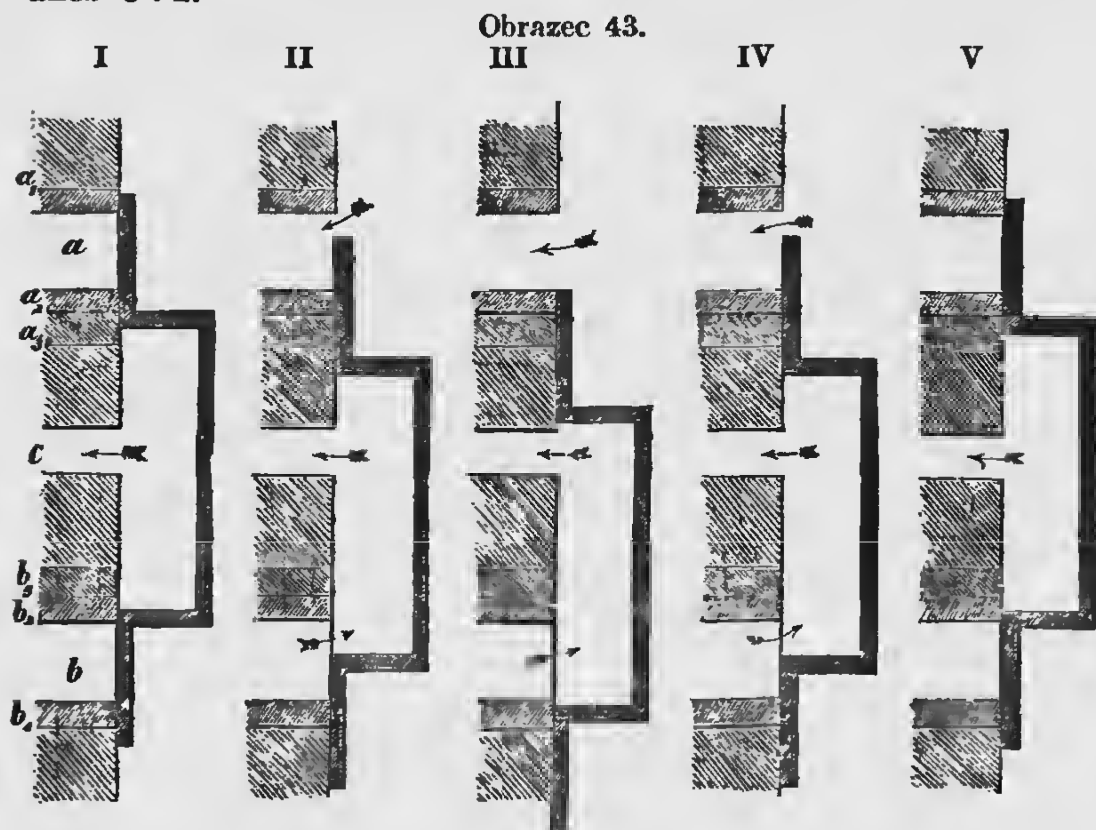
V přístojícím obrazci nakresleno rozdělovací ústrojí se 4 zámyčkami, jichž tyče dvěma opáčně zavěšenýma excentrikama se pohybují; vždy, kdy koliv jedna se zdvihá, pohybuje se druhá dolu.

Z těchto 4 zámyček mají pravidelně ty zevnější dvě *m* a *m'* se vavříti, když vnitřní *n* a *n'* se otvírají, aneb naopak.

Aby se pohybování toto provedlo, jsou k tomu cíli na ose A, která kolem C v otáčení se nachází, dva výstředné kotoučky x a x' upevněny, a proti sobě postaveny; tak že, když jeden vyšším dílem vzhůru, druhý zvýšeným dílem dolu obrácen jest. S jedním kotoučkem souvisí zámyčka zevnitřní, s druhým pak vnitřní; což velmi lehce z výkresu k pochopení jest.

Průchody na páru, z komory do válce, musejí pro uvarování zbytečných odporů, a pro snadné vtékání páry, určitý průřez míti. Průřez každého takového průchodu má býti tak velký, jako onen trouby páru vedoucí. Ta se rovná 25tému dílu plochy písťové; u parních strojů s vysokým tlakem může býti o něco větší, a sice 20tý až 15tý díl plochy písťové. Aby se pohybování šoupadla usnadnilo, a malou silou provedlo, potřebno jest, průřez průchodů, zejména ústí těchto, širší neb vyšší ustrojiti; obyčejný poměr mezi šířkou a výškou volí se jako 4 : 1, aneb 5 : 1.

Obrazec 43.

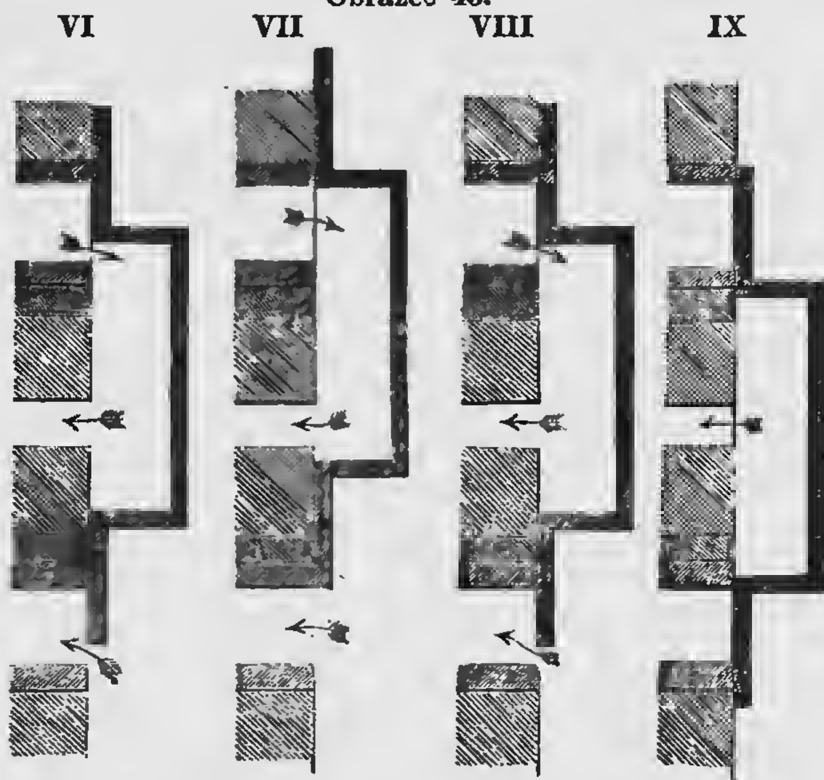


Když pohybování šoupadla se stává výstředností kotoučového tahadla, nastávají pak obzvláštní zúžování; anto ústí průchodů či kanálů ne najednou, nýbrž poznenáhla se otvírají a zavírají.

Aby však pára co možná stejnoměrně a parní stroj co možná nejprospěšněji účinkoval, musí šoupadlo již počínati nový průchod otvírati, když píst svůj pohyb ještě nedocela byla ukon-

čila; neboť tím při počátku nového opáčného pohybu pístě, může pára do válce odbíhající se vší silou účinkovati. Z toho samého ohledu jest prospěšno, aby šoupadlo již před ukončením pohybu písti přístup páry zamezilo, a spolu průchod k odtoku páry zjednalo. Toto předčasné otvírání průchodů možno jenom určitými rozměry šoupadla v poměru s rozměry průchodů, a pak určitým postavením výstředního kotouče v poměru ku klice provésti, a nazývá se *předstih šoupadla* (Voreil des Schiebers). Dle učiněných zkoušek jest zvláště předčasné otvírání průchodu pro odtok páry prospěšné; obnášíť ten předstih šoupadla na straně odtoku $^1/_{20}$—$^1/_{15}$. To jest: šoupadlo, v okamžení nejvyššího a nejhlubšího postavení písti, zjednává páře k odstopu otvor, jehož výška $^1/_{20}$ až $^1/_{15}$ dílu celé dráhy šoupadla se rovná. Co se týká ale předstihu šoupadla na straně přístupu páry, dělá se předstih o mnoho menší a sice $^1/_{100}$ dílu, a mnohdy ještě menší.

Obrazec 43.



V přístojícím obrazci jsou znázorněna rozličná postavení šoupadla, jak průchody otvírá a zavírá; *a b c* jsou tři cesty pro páru; cesta *a* vede nad, *b* zpod písti, *c* ale do volného prostoru, aneb do hustiče. Než pára do válce vstoupí, obklopuje šoupadlo zvenčí a dle toho, jak šoupadlo nahoru neb dolu se pohybuje, vstupuje buď u *a* aneb u *b* do válce. Střední postavení, jak patrno I, V, a IX., nedopouští ani přítok ani odtok z válce

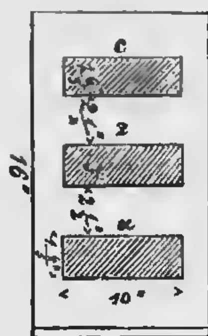
Pošoupne-li se šoupadlo níže, tak jako v postavení II. zjednáno tím okamžením, že průchod přítoku a odtoku stejně otevřen; šoupadlo přechází ve III na nejhlubší postavení, kde otvory přítoku a odtoku zcela úplně otevřeny jsou; vystoupí-li šoupadlo v postavení IV, zjednáno tím opět okamžení, kde průchod přítoku i odtoku se stejně uzavírá; a v postavení V nastoupí úplné uzavření páry jako v I. Při dalším vystupování šoupadla, v postavení VI, zjednáno tím opět stejného dole přítoku, a nahoře odtoku. V postavení VII vystoupí šoupadlo nejvejš; pak oba průchody, dolejší pro přítok, hořejší pro odtok, z úplna otevřeny jsou. V postavení VIII nastoupí uzavírání přítoku i odtoku. V posledním IX postavení opakuje se pohyb písti jako znova; neboť v tomto postavení jest píst i šoupadlo v těch samých místech, jako v postavení I. Nemá-li šoupadlo předstíhati (nadbíhati), totiž mají-li průchody při nejnižším a nejvyšším postavení pístě otevřeny býti, musí tahadlo výstředního kotouče šoupadlo do postavení II. a VI. uvésti; a proto počínalo by postavení střední šoupadla již před nejnižším a nejvyšším postavení písti. Na postavení nejnižší a nejvyšší šoupadla nebude pak ale následovati ještě střední postavení pístě; a konečně bude pára z pod a nad pístí uzavřena, než tato svého nejvyššího neb nejnižšího místa byla dosáhla. Následkem tohoto uzavření pára na jedné straně písti se bude rozpínati, a na druhé stláčeti; tím se stane ztráta páry na jedné straně, zato na druhé ale ušetření jí. Snadno k pochopení jest, že zvětšenými průchody *a* a *b* předstih šoupadla docíliti se dá. Učiníme-li při těch samých postaveních šoupadla průchod *a* nahoru větší, tedy až k a_1, a průchod *b* dolu větší až k b_1, jak na obrazci poznamenáno, nastoupí již před nejvyšším a nejnižším postavením přítok páry; zvětšíme-li ale průchod *a* dolu až k a_2, a průchod *b* nahoru až k b_2, způsobíme tím zkrácené uzavírání; a kdybychom průchod *a* až k a_3, pak *b* až b_3 zvětšili, nastal by tím bezpřetržný odtok páry.

Považujeme-li rozvod páry při strojích dvojstranně a bez expansí účinkujících, shledáme:

1. že šoupadlo *d* (v obrazci 31) zrovna tolik pohybů dělá, co píst *k;* jenom tím rozdílem že pohyby se stejnoměrně nedějí; nýbrž když píst pohyb jeden ukončila, nachází se *d* u prostřed svého pohybu, jak z postavení v obrazci 31 patrno jest. Na každý pohyb pístě vypadá poloviční pohyb šoupadla sem, a poloviční pohyb tam.

2. Pohyby šoupadla jsou mnohem kratší, nežli ony pístě, poněvadž jenom zapotřebí jest, aby kraje šoupadla nad ústí průchodů zevnitřních dosáhly; k čemuž pohyb o výšce dvou šířek ústí postačí.

Obrazec 44.



3. Průchody na páru musejí vždy zaujímati důstatečnou prostoru, aby pára lehce a bez překážek probíhati mohla; a poněvadž, jak již dříve podotknuto, pravidlem ustanovený $^1/_{20}$ díl průřezu písťové plochy pro průřez takového průchodu vystačí, dává se mu podoba obdélníku. Na př. Kdyžby plocha písti 360 □″ měla, bude průřez průchodu 18 □″; a vezme-li se délka ústí průchodu na 10″, vypadne pak jeho výška $1^4/_5$″. A proto celý pohyb šoupadla *d* obnášel by jenom asi 4″, kde zatím pohyb pístě by 3′—4′ obnášel.

4. Ústí výtoku *z* dělá se raději prostornější; a proto může míti v přítomném pádu i 3″ výšky, při stejné délce obou druhých průchodů. Vzdálenost ústí od sebe dělá se na $2^1/_2$″. Na celou šířku šoupadla dostačí 10″, aniž zapotřebí meze tyto překročiti. Délka neb výška komory na 16″ stačí úplně.

5. Šoupadlo *d* musí těsně přiléhati, aby páru nepropouštělo. Proto musí silně přitlačeno býti; šoupací plochy, jak šoupadla tak i plotny, musejí být co možná hladké.

Přitlačení šoupadla na plotnu stane se parou, toto obklopující; při strojích expansivních ale tlakem péra.

6. Poněvadž na zevní plochu šoupadla pára větší tlak vyvozuje, musí se, vzdor krátkému pohybu přec nemalé síly upotřebiti, aby se jen tření přemohlo. Tření toto způsobuje ubývání ploch; zároveň jest příčinou, že ony páru pouštějí, a tím jí síly ubírají. Protož dobře jest, zhotoviti jak šoupadlo tak plotnu z tvrdého kovu, ku př. tvrdé litiny.

7. Čím blíže ústí k sobě postavena jsou, tím kratší vypadne šoupadlo, a proto také menší tlak páry na něj, za to ale vypadnou průchody delší, a tím větší opět nastane prostora škodlivá, z nížto ztráta páry povstává. Na př. obnáší-li výška pohybu pístě 40″ a průřez válce 360 □″, musí se pro každý pohyb pístě (je-li stroj s plným tlakem) 40 × 360 = 14.400 krychlových palců páry vynaložiti; protože ale průchod v okamžení uzavření naplněn párou zůstává, ztrácí se při délce průchodu 24″ a průřezu 18 □″ páry 432 kr. palců; a protože píst nikdy dna dostoupiti nesmí, ztrácí se i tím asi 100 krychl. palců, a následovně nejméně $^1/_{25}$ účinku přichází v nivec.

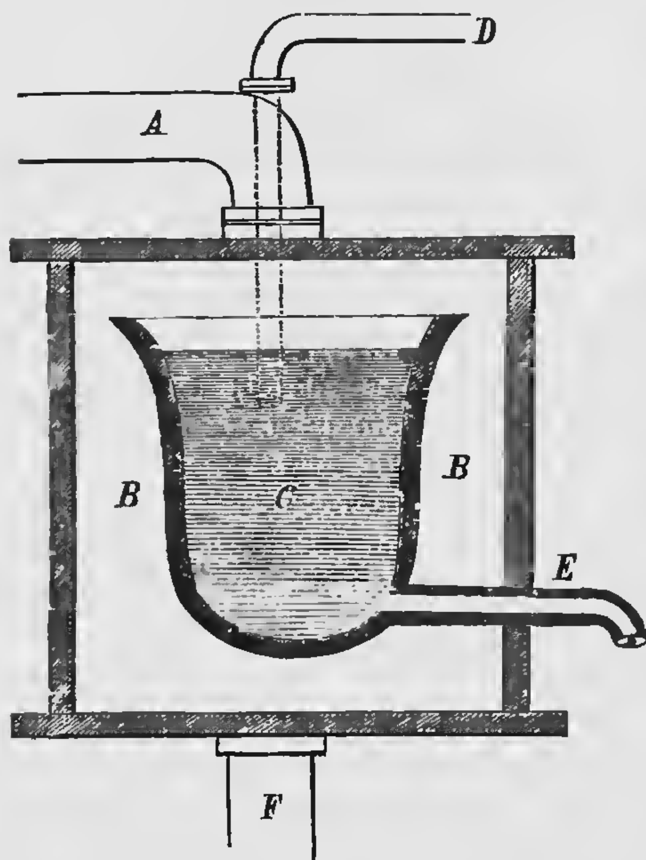
Ztráta tato jest mnohem menší u parních strojů s expansí.

8. Někdy se upotřebuje dvou šoupadel (obrazec 41). Průchody jsou kratší, a šoupadla též; zato ale opět dvojnásobné tření. Co se zevnějšího dílu rozdělovacího ústrojí, čili výstředního kotouče dotýče, postačí 2—3″ výstřednosti; a kotouč na hřídeli musí tak usazen býti, aby výška většího poloměru kolmo

na klice stála, totiž, aby poloměr tvořil s ramenem kliky úhel 90°. Tak se docílí žádoucí postavení excentriky ku kličce v některých pádech postačitelné.

Jak již dříve podotknuto, vybíhá pára u parních strojů bez hustiče do volné prostory; u parních strojů s hustičem, vedena bývá do hustiče. Při strojích bez hustiče vede se často pára nádobou, ve které se potkává se studenou vodou, a ji ohřívá. Takový ohřívač (Vorwärmer) má účel, ohřívati vodu, jenž se k doplňování kotlů upotřebuje.

Obrázek 45.



A jest trouba, níž pára z válce vybíhá, a do ohřívače *B* svedena jest; *C* jest menší nádoba, uvnitř postavená, ve spojení s odlívací trubkou *E*. Do této menší nádoby vedena trubka *D*, níž se do ohřívače studená voda přivádí, s párou setkává, tuto srazí neb zhustí, a sebe ohřívá.

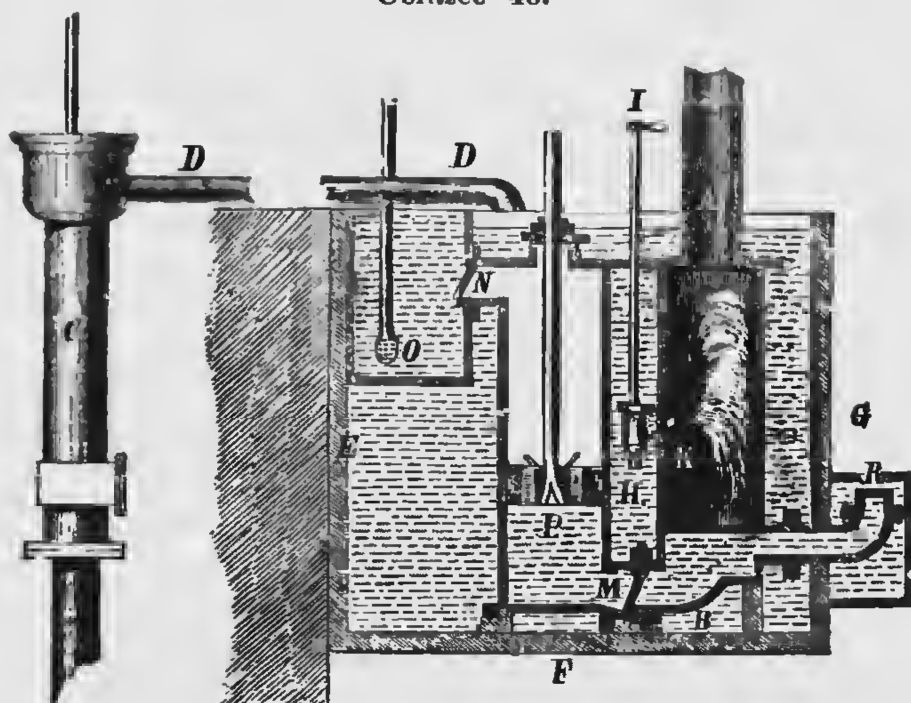
Z nádoby *C*, trubkou *E*, odvádí se pumpou ohřátá voda do kotlů; zbytečná voda a pára vychází troubou *F* z ohřívače.

Hustič dle přístojícího výkresu jest litá nádoba *AB*, obklopena zvenčí studenou vodou; do té nádoby vstřikuje nepřetržně studená voda, k srážení páry. Potřebná k tomu studená voda přivádí se tlakostrojní pumpou *C*, pomocí trubky *D*, do nádržky *EFG*, obklopující hustič. V této nádržce na vodu nachází se ústrojí *H*, zařízené pro stříkání vody do hustiče. Voda vstupuje zpodem nádržky do ústrojí *H*, a prodírá se košíkem (dírkovaným plechovcem) ku cedníku *K*, jenž s plechovcem spojen jest, a prudce v hustič vystřikuje, nenalézaje tady jenom malého odporu asi $^1/_{10}$ až $^1/_8$ atmosférového tlaku.

K upravení množství vystřikující vody jest buď zámyčka (Ventil), neb šoupátko na tyči *LH* pomocí páčky *L* zavedeno.

S hustičem ve spojení jest ssavá pumpa (vývěva, Luftpumpe),

Obrazec 46.



zařízena pro vyvedení vzduchu vytvořeného z nastříkané vody, jakož k vyvedení zbývající páry i teplé vody, z hustiče. Tato vývěva jest obyčejná pumpa ssavá s pístí otevřenou *P*, opatřena klapkou k ssání *M*, a klapkou pro tlak *N*. Teplá voda teče u *N* do nádržky na teplou vodu určené, z níž pomocí trouby *O*, dole dírkovaté, pumpa potřebnou horkou vodu na doplnění kotlů táhne.

S hustičem ve spojení strojí ještě také krátká, na venek zámyčkou se otvírající trouba *R*, tato trouba slouží k vyfoukání vzduchu, kterýž se byl za delšího stání parního stroje v hustiči nashromáždil.

Podle způsobu, zdali břemeno od síly páry má zdvíháno aneb bezpřetrženě otáčkami pohybováno býti, stavějí se parní stroje:

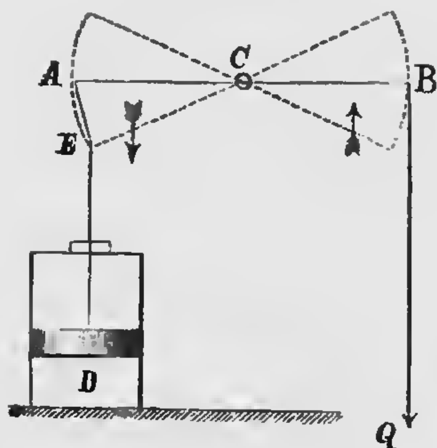
1. s pákou bez a nebo s klikou
2. bez páky buď pevně stojícím aneb s kývacím válcem.

Obrazec 47. představuje parní stroj na zdviháuí břemena, tedy bez otáčení, *ABC* jest dvouramená páka okolo osy *C* se pohybující, *DE* jest hůl pístě a *AE* jest spojidlo mezi pákou a touto holí a *BQ* tyče na druhém rameně páky břemenem zavěšena.

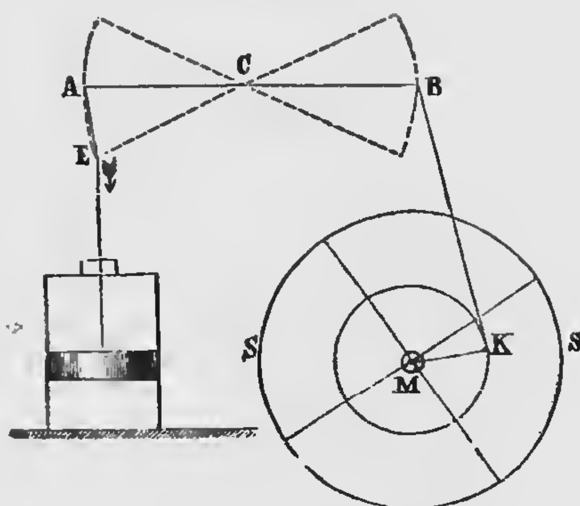
Obrazec 48. vypodobňuje stroj parní s pákou a klikou k otáčení. *MK* jest klika. *BK* spojidlo kliky s pákou a *SS* setrvačné kolo pro udržení stejnoměrného pohybování. Obrazec 49. vypodobňuje stroj bez páky a obrazec 50. takový též bez spojidla.

Aby hůl písti v obrazci 49. kolmo nahoru a dolu pohy-

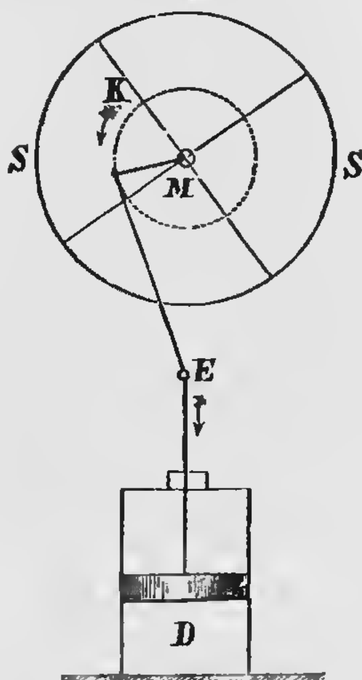
Obrazec 47.



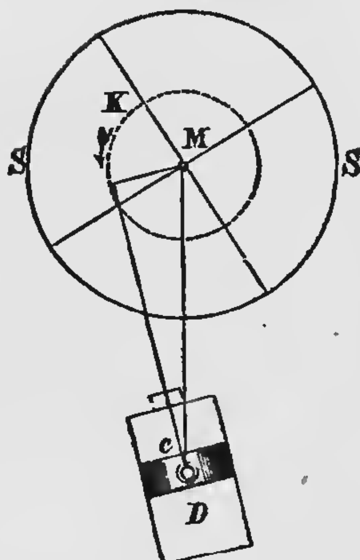
Obrazec 48.



Obrazec 49.



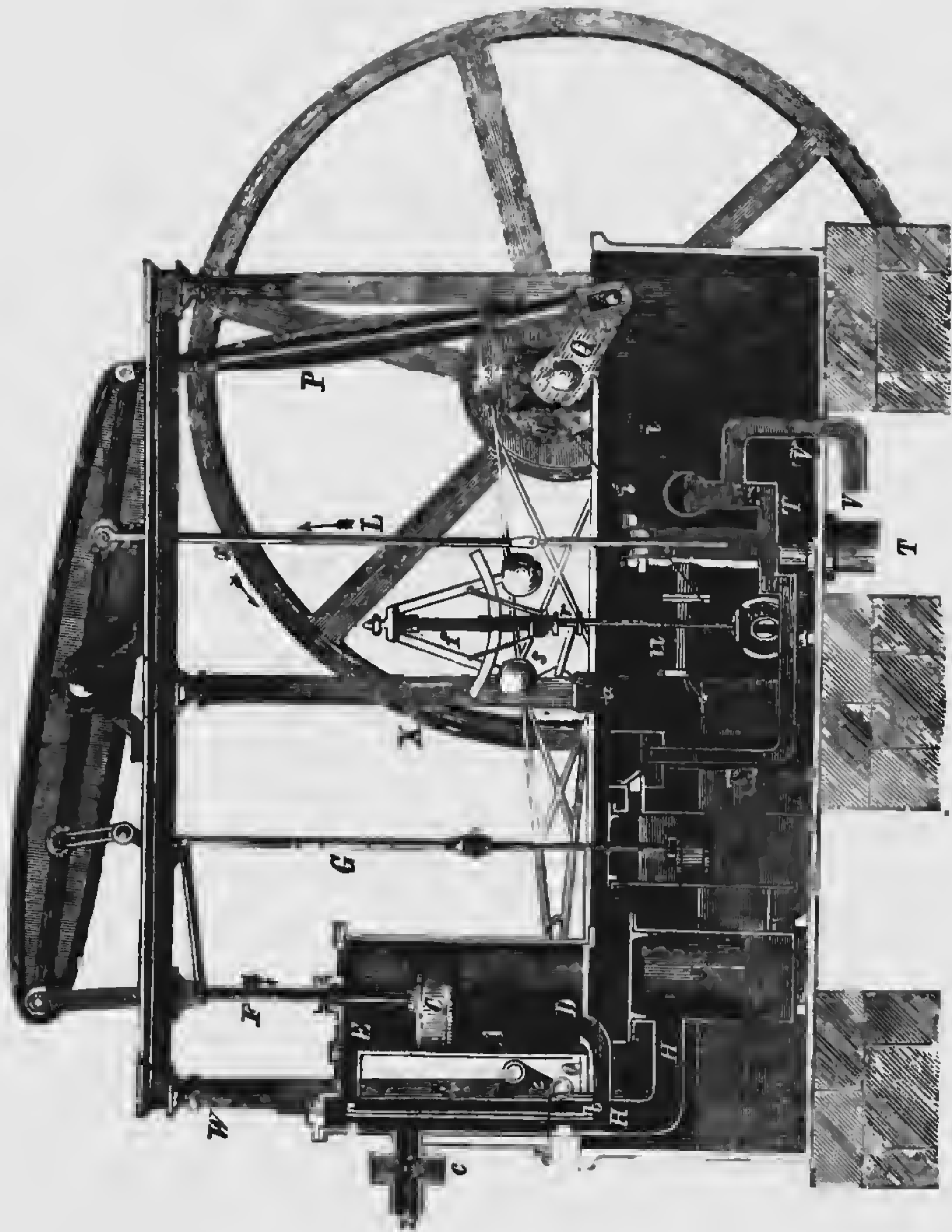
Obrazec 50.



bovati se mohla, jest v bodu *E* zvláštní ústrojí pro toto pohybování zavedené; a aby hůl *CK* kývajícího válce obrazec 50. jenom vždy ve směru své osy se pohybovati mohla, jest opět k dosažení tohoto cíle na kývacím válci nahoře zvláštní vodící ústrojí usazeno.

Je-li vzdálenost *CM* od osy kývací *C* až k ose otáčení *M* menší než délka ramena kliky *MK*, tak přechází kývavé pohybování v otáčivé. Pro snaší přehled všech jednotlivě popsaných dílů, kterak dohromady a v souvislosti jeden celek tvořejí, jest v obrazci 51. celý parní stroj nízkým tlakem dle návodu Watta se všemi příslušícími díly vykreslen, jehož popsání následuje:

Obrazec 51.



A jest válec s pístí *C*, a *B* komora páry, kde se též rozdělovací ústrojí nachází a kam pára troubou *Z* se přivádí. Pára z komory vstoupí jednou u *D* a podruhé u *E* do válce zpod a nad píst, nutíce ji nahoru a dolu se pohybovati. *I* jest hustič a *K* ssavá pumpa. Pára, která po účinku svém z válce vybíhá, vstoupí troubou *HH* vedena, do hustiče, kde se sráží a odtud pumpou ssavní i se vzduchem vyvedena do schráni, z níž vzduch

otvory v pokrývce vyběhne a voda z většího dílu troubou *SS* pryč ubíhá.

Díl menší, této horké vody, teče trubkou *M* do pumpy tlakostrojní *N*, odkuď vytlačena troubou *v* do kotle vbíhá. Za touto pumpou nachází se jiná pumpa na přivádění studené vody a jest viděti jenom její dolejší díly *TT* a horem troubu *U*, níž bezpřetržně studená voda do schráni (Reservoir) přitéká a hustič *I* i pumpu *K* zevnčí obklopuje. Dále jest viděti týči písti válce v *F*, a tyče *G* ssavní pumpy a *L* tlakostrojní pumpy: všechny tři zavěšeny jsou na páce. Tyčky nebo hole tyto nemohou bezprostředně k páce přivěšeny býti, poněvadž nejhořejší konce jejich kruhové oblouky opisují, protož musí býti opatřeny koleny a aby vzdálenost jejich od sebe zůstávala tatéž, musí hořejšími koleny umístěna býti příčka, tak zvaný Wattův parallelogram. Kývavý pohyb, jenž píst na páku přenáší, mění se pomocí setrvačného kola *xx* v pohyb točivý, dále i setrvačné kolo vyrovnává kolísavý pohyb pístě v stejnoměrný, jehož při obyčejných závodech průmyslových velmi zapotřebí jest. Na hřídeli setrvačného kola upevněn výstřední kotouč *S* a jeho týče čili hůl *OS* pomocí lomeného kolena *O* pohybuje týči *OW* šoupadla na ten samý způsob, jak již dříve popsáno. K ose setrvačného kola také ještě připojen řemenem i odběžní stroj (Regulator) který záleží z dvou koulí na tyčce kolmé tak upevněných, že při rychlejším otáčení se od středu roztahují a tím zdvíhají krček *r*, ku kterému připojená páčka lomená *asv* a *bcd* stýčí *dc* klapku neb zámyčku v troubě *Z* řídí tak, že dle potřeby víc neb míň páry do válce se pouští.

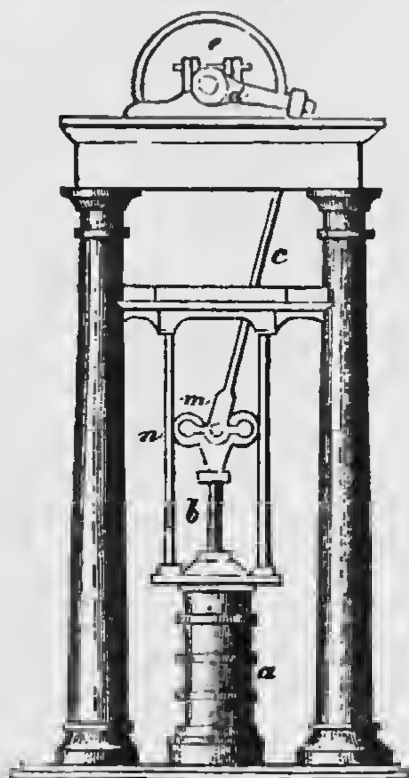
O prostředcích k dosažení točivého pohybu.

Poněvadž prvopočáteční pohyb pístě pozůstává z pohybu sem a tam a žádáno na stroji, aby pohyb točivý vyvedl, stává se proměna rovného v točivý pohyb nejsnáze tím, když se týče písti s klikou na ose hřídele upevněné spojí. Toto spojení písti s klikou nesmí nikdy býti bezprostředné, poněvadž kdybychom jeden konec tyče zavěsili na píst a druhý na kliku, musila by se tyč zároveň s klikou v kruhu pohybovati, pročež by válec musil nahoře otevřen býti. Protože ale válec nahoře pevně uzavřen jest, a tyč písťová bixou jenom procházeti může, musí tyč nevyhnutelně jenom v směru rovném sem a tam se pohybovati, a směr ten jest povždy kolmý na píst. Proto nemůže sloužiti tato tyče co bezprostřední spojidlo písti a kliky nýbrž to se zvláštním spojidlem státi musí.

Toto zařízení stane se, když zvláštní tyče se připojí k tyči písťové a ku klice takovým způsobem, aby rovný pohyb pístě nerušila a za pohybem kliky do kruhu volně se pohybovala. Střed hřídele, na němž klika zavěšena, musí ležeti ve směru středu válce a délka kliky polovice výšky písťového pohybu obnášeti. Vzdor tomu tahadlo kliky snaží se tyči pístě z rovného směru svésti a proto musí se tato proti podobnému uchylování z kolmého směru dlouhou bixou a zvláštním vodidlem opatřiti.

V obrazci 52. jest toto zařízení naznačeno.

Obrazec 52.



a jest válec, *b* tyče pístě, *c* tahadlo kliký, *d* klika, *e* hřídel klikou se točící a spolu na hřídeli upevněny jsou dva výstřední kotouče k pohybování šoupadla a pumpy; *m* jsou dvě klapky po hladkých holích železných se vozící; slouží k tomu, aby v kolmém směru udržena byla.

Jiné zařízení, jimžby pohybování pístě v točivé se proměnilo, jest páka, na jejímž jednom konci tyč písti, na druhém tahadlo kliky přivěšené jest. Toto zařízení jest v obrazci 51. naznačeno. *A* jest válec, *C* píst, *F* tyče písti, *I* páka stejnoramená okolo osy *I* se kývající, *P* tahadlo kliky a *Q* klika na hřídeli upevněná. Také zde rovná se délka kliky polovičnímu pohybu písti, protože páka stejnoramená jest.

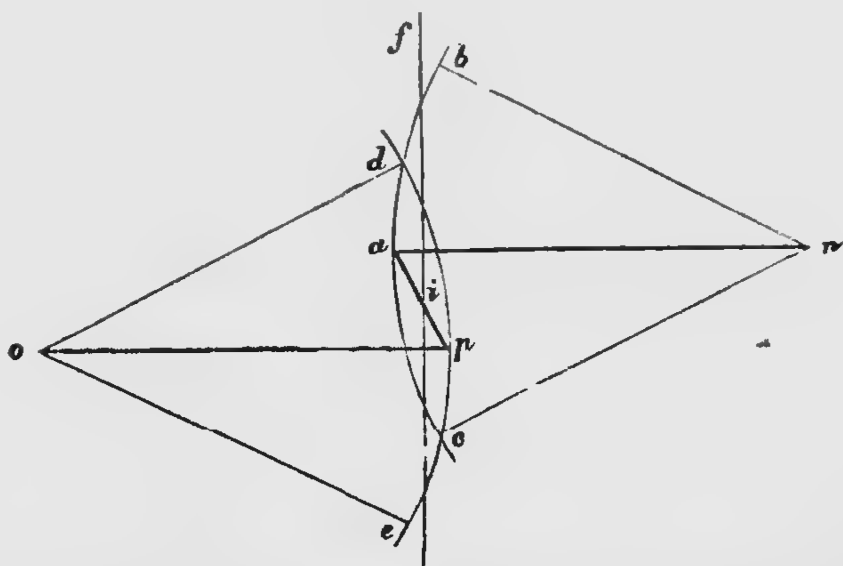
I při tomto způsobu jest zapotřebí, udržeti pohyb písti ve směru kolmém; nejprvnější zařízení Wattovo k dosažení toho cíle bylo následující:

Tyče písti neposadil Watt na konci páky, nýbrž ji ve středu malé tyči zavěsil, a tím docílil, že bod, kde tyče písti zavěšena nejméně v směru kolmém se pohyboval a následovně i píst v kolmém postavení udržoval.

K bližšímn osvětlcní řečeného přístrojí obrazec 53.

Představuje-li nám *n a* rameno páky a opisuje-li z bodu *n* oblouk *b a c,* musela by tyče písti, kdyby na konci páky *a* zavěšena byla, ten samý oblouk opisovati a protož v oblouku se také pohybovati. Spojíme-li ale konec páky *a* s jiným koncem *p* okolo osy *o* pohybující se páky *o p* a sice pomocí malé tyče *ap,* musí pak páka *o p* za pákou *n a* se pohybovati a opisuje přitom oblouk *d p e,* z čehož následuje, že spojovací týče pak

Obrazec 53.

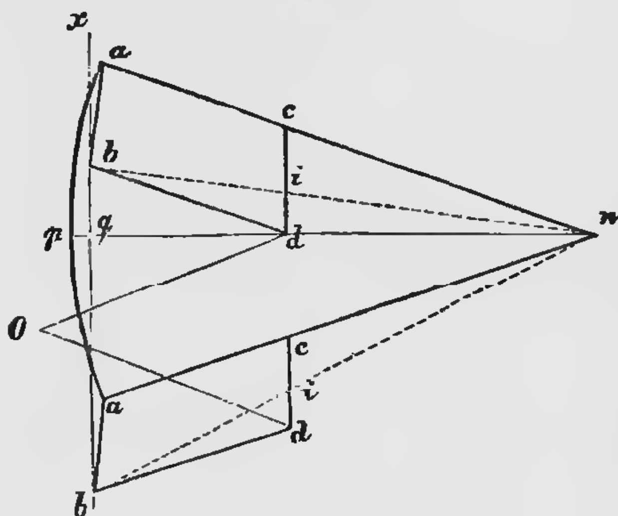


v postavení *b d*, *a p* a *c e* vejde, při kterých střed *i* stále a skorem úplně v kolmici *fh* padá.

Zavěsíme-li tudy tyč písti do středu spojky *a p*, musí i píst v kolmém směru pak setrvati.

Obyčejně ale strojí se příčka čili Wattovský parallelogram složitějším způsobem.

Obrazec 54.



Na konci páky *a* ku středu této *a n* nachází se dvě stejně dlouhé tyče *a b* a *e d* zavěšeny a body *b* a *d* třetí tyčí spojeny a všecky společně k sobě svázané tvořejí onu pověstnou příčku či rovnoběžník Wattův; *o d* jest vodítko okolo bodu *o* se pohybující a svázané s *d*, k tomu samému cíli směřující jako v obrazci 53. Patrno z výkresu přístojícího, že při pohybu páky spolu i rovnoběžník se bude posouvati a že body jako *b* a *i* uzpůsobilé jsou pro zavěšení tyčí pístě a pump, anto se co možná v kolmém směru pohybují.

Sestrojme v středu *p* kolmici *xy* naznačující směr písti, přesvědčíme se, svedeme-li páku a rovnoběžník z nejvyššího do nejnižšího postavení, že bod *b* se bude pohybovati ve směru kolmice. Táhneme-li přímku z bodu *b* do *n*, bod *i*, jenž pro-

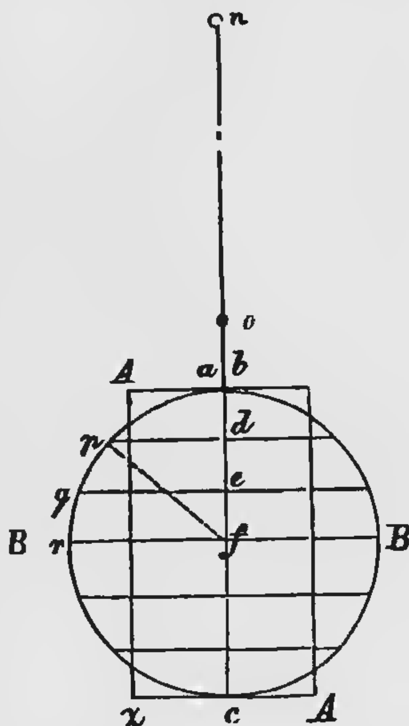
říznutím povstal, bude se pohybovati v směru kolmém a probíhati poměrně kratší dráhu než bod *b* a proto se hodí co bod pro zavěšení pumpy ssavé.

Každý dvojatý pohyb pístě sem a tam, přenešen na kliku způsobem kterým koliv, otočí hřídelem jednou kolem a jednoduchý pohyb pístě vyvede proto pohyb jenom do půlkola.

A poněvadž klika skorem povždy tak dlouhá, jako jeden pohyb pístě, opíše bodem působiště oblouk, jehož průměr roveň dvojitému pohybu pístě. Dráha kliky stojí v poměru ku dráze jednoduchého pohybu písti jako 11 : 7. Je-li jeden pohyb pístě 6 × 7 = 42″, musí být obvod aneb dráha klikou současně prošlá 11 × 6 = 66″. Rychlost kliky jest tedy víc než o polovic větší, než rychlost pístě.

Každý díl dráhy klikou vykonaný nestojí ale v stejném poměru ku dráze vykonané pístí; velmi snadno dá se ale dokázati, že pohybuje-li se píst stejnoměrnou rychlostí, klika s ní zároveň stějně se nepohybuje; a opět obráceně: když by se klika stejnoměrnou rychlostí pohybovala, nemůže to současně píst v té samé míře dokázati.

Obrazec 55.

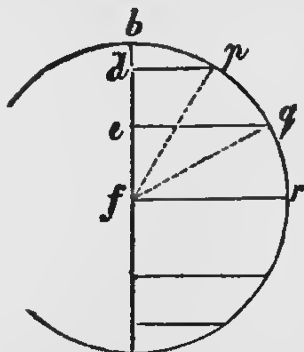


Znamená-li *AA* prostoru, kterou se píst ve válci pohybuje, a *BB* prostoru, kterou klika opisuje (jehož průměr roveň výšce rovnoběžníku *AA*), jsou-li dále obě tyče stejně dlouhé a v jednom bodu zavěšeny, jest pak, když píst v *a* se nejvejš nachází, konec tyče její v *n* a konec kliky v *b*; a obráceně: jestli píst v *e*, tedy nejhloub se nachází, přijde zároveň bod *n* do bodu *o*, a konec kliky do *c*. Rozdělíme-li dráhu, jenž píst vykonati musí v jednoduchém pohybu, na 6 stejných dílů, musí, když píst z *b* do bodu *d* přišla, o ten samý díl bod *n* hlouběji postoupiti, klika ale zato v postavení *fp* přejíti; přičemž opíše oblouk *bp*. Právě tak musí opět, kdy píst z *d* do bodu *e* postoupila, klika oblouk *pq* projíti, který menší jest oblouku *bp*.

Z toho poznáme, že, je-li pohybování pístě stejnoměrné, totiž ukončí-li každý 6tý díl v stejném čase, jest pohybování kliky z bodu *b* až do *r* opozděné, a z *r* do *c* přirychlené, to jest: klika vycházejíc z bodu *b* do *r* musí v stejných dobách vždy menší částky dráhy ukončiti; z toho pochází nestejno-

měrný pohyb hřídele. Rozdělíme-li opáčně půlkruh na stejné díly, ku př. 6 dílu, a má-li klika a tedy i hřídel stejnoměrný pohyb: tak obráceně, až do středu *f* bude míti píst zrychlený, a odtuď do *c* spozděný pohyb.

Obrazec 56.



Skutečně se vždy jenom tohoto posledního užívá, anto hřídel pohybem setrvačného kola udržován v pohybu stejnoměrném; proto píst nikdy nemůže v stálém stejnoměrném pohybu setrvati.

Převedeme-li prvopočáteční pohyb pístě na hřídel k proměnění točivého pohybu, tak má proměna tato povždy důležitý vplyv na pohyb pístě; a sice:

1. Má-li pára bezpřetržný přístup do válce, žene se tam předce na počátku a u konce každého pohybu pístě mnohem mírnější rychlostí, než u prostřed válce, ku př. trvá-li pohyb pístě 1 sekundu, nenaplní se v první a poslední šestině sekundy 6tý díl válce parou, zato v třetí a 4té šestině sekundy vžene se do válce páry mnohem více šestého dílu válce.

2. Nesmí přítok páry ve čtvrtém dílu pohybu pístě zaražen býti, má-li hřídel také $^1/_4$ kruhu se otočiti, nýbrž teprv ve třetím dílu, aneb raději tehdá, když čtvrtý díl válce párou naplněn jest; a proto se musí ohled na okolnost tuto bráti, když se rozdělovací ústrojí na páru sestrojuje.

3. Jest patrno, že píst, jakmile k dokončení svého pohybu se blíží, svou rychlost postupně ztrácí, a míň páry zpotřebuje; a z toho se dá opět odvoditi, že proměna pohybu přímého v pohyb točivý nepatrnou ztrátu páry požaduje.

Setrvačné kolo.

Ačkoliv z předešlého vysvitá, že převedení pohybu pístě na kliku a hřídel malé jenom ztráty síly vymáhá, jisté předce jest, že síla, jakou klika se točí, se ustavičně mění; a tedy hřídel v stejném točivém pohybu setrvati nemůže. V postavení nejvyššího a nejnižšího pohybu pístě, totiž kdy klika s pístí v rovném, svisném směru se nachází, zmizí; postoupně pak roste, čím víc se úhel 90⁰ přibližuje.

Z toho patrno, že síla povždy na kliku jenom velmi nestejnoměrně působí; a poněvadž nutná potřeba toho jest, by klika silou stejnoměrnou účinkovala: proto nám bude jistého prostředku třeba, který by sílu tu v stejnoměrnou obracel, a napomáhal k setrvání v ní. Prostředky tyto jsou dva: buď

hřídel otáčeti pomocí dvou křížem postavených klik, aneb pomocí setrvačného kola.

Posadíme-li na hřídeli 2 kliky tak, aby, když jedna v postavení točivému pohybu neprospěšném jest, druhá v postavení prospěšném byla, přemahají obě takto postavené kliky nejenom mrtvé body pístě dole a nahoře, ale vyrovnávají sílu točivou v každém okamžení v stejnoměrnou; ku dvoum klikám zapotřebí ale také dvou válců a pístí. Tohoto zařízení upotřebuje se tam, kde nemožno setrvačné kolo upotřebiti; tedy u lokomotivů a u strojů na parních lodích.

Setrvačné kolo nevyvozuje prażádné síly, aniž k rozmnožení síly dopomahá; kolo setrvačné jest pouze co vyrovnávatel, co schránka na sílu: aby v okamženích, kde by síly hřídeli se nedostávalo, tomuto ji propůjčovalo, a opět mu jí ubíralo a uschraňovalo, kdyby hřídel jí nad míru měl. Tuto převýbornou službu bude moci jen tehdá vykonávati, když neustále mnohem větší množství síly uchráněno míti bude, než ji možno písti při jednom pohybu vyvoditi; tím více síly bude moci přijmouti, čím víc síly mrštnost (Umschwung) jeho vyžaduje; — a to tím více, čím větší jeho hmota a rychlost jest. Aby kolo setrvačné všecky tyto podmínky vyplniti v stavu bylo, musí sestávati ze silného těžkého věnce z litiny, a musí býti velikého průměru. Obyčejně usazuje se na hlavní hřídel; někdy ale také na jiný, proto, aby se mu při stejném průměru větší rychlosti zjednalo.

Aby kolo setrvačné mocně účinkující síle odběžní (odstředivé) vzdorovalo, musí míti silná ramena; na ty ohled při stanovení váhy brán nebývá; pouze na věnec, který samoten skorem všecken účinek dá.

Váha setrvačného kola, čili litého věnce, ustanoví se:

1. Je-li zevnitřní průměr kola 5 metrů (500 cm), výška věnce 18 cm. tak obnáší vnitřní průměr $= 500—36 = 464$ cm., a plocha věnce $= \pi R^2 - \pi r^2 = \pi (250^2 - 232^2) = 3{\cdot}14 \times 8676 = 27242{\cdot}64$ □ cm.; a jestli šířka věnce 14 cm. obnáší, jest krychlový objem věnce $= 27242{\cdot}64 \times 14 = 38140$ krychl. cm., aneb $381^1/_2$ krychl. dm.; a protože 1 kr. dm. litého železa 7·2 kil. váží, tedy je váha věnce $381^1/_2 \times 72 = 2748$ kilogramů.

2. Obdržíme váhu věnce praktickým pravidlem, když průřez věnce množíme průměrným obvodem, a součin v krychl. dm. s 72 kilogr. násobíme.

Podržíme-li rozměry hořejšího příkladu, jest průřez věnce $= 14 \times 18 = 2{\cdot}52$ □ dm, aprostřední obvod $= 3{\cdot}14\,(250 + 232) = 3{\cdot}14\,(482) = 3.14 \times 482 = 1513$ dm.; a $2{\cdot}52 \times 151{\cdot}3 \times 72 = 2745$ kilogr.

Moment pohybu aneb síla setrvačného kola roste tak, jako součin hmoty (váhy) se čtvercovou rychlostí; ona roste tím rychleji, čím větší průměr kolo má; nebo pak nejen váhy, ale i rychlosti přibývá.

Není však radno, aby rychlost obvodová více 80ti stop v sekundě obnášela; aniž radno průměr kola větší než 4 až 5 násobná délka pohybu písti obnáší, sestrojiti.

Je-li d průměr, a n počet dvojitých pohybů písti v minutě, obnáší rychlost v:

$v = \frac{22.\ d.n}{7.60}$ za 1 sekundu. Je-li $d = 20'$ a $n = 28$ jest pak

$v = \frac{11.28}{21} = \frac{22 \times 28}{21} = \frac{616}{21} = 29^1/_3$. Chtělo-li by se kolem setrvačným rychlosti 75′ za sekundu docíliti: muselo by se na jiný hřídel usaditi, který by 5krát se otočil v tom samém čase, kdy hlavní hřídel 2krát.

Povstává otázka, jak veliká váha se věnci dáti musí, když d a n určeny jsou, aby kolo náležitě přiměřenou sílu mělo. Určení této váhy nezávisí jedině od síly parního stroje, nýbrž také od nepravidelného pohybu pístě a od úplnosti stejnoměrného točivého pohybu, jejž docíliti sobě přejeme. Strojům s expansí musili by se mnohem silnější setrvačná kola přidati, než strojům bez expansí; tak také parním strojům, nimiž se přádelny ženou, obzvláště oným, které zhotovují přízi velmi tenkou. Z toho patrno, že pro ustanovení váhy kola nedají se všeobecná pravidla vytknouti, anto se musí ohled bráti na okolnosti tak mnohé.

Murray a Wood stanoví váhu P kola setrvačného dle centů (à 112 liber) násobením počtu koní síly veličinou 2000, a dělením součinu čtvercovou obvodovou rychlostí, na př.

Kolo se točí rychlostí $v = 25'$ za sekundu, parní stroj má síly 20 koní; tedy váha věnce P = 16.4 = 64 centů.

Morin udává formuli (ve franc. mírách) k vypočítání váhy; P v kilg.; platící pro stroje nízkého i vysokého tlaku:

$P = \frac{4645 \times m \times N}{n \times v^2}$; ve které N počet koní síly, n počet otáček v minutě, v střední rychlost kola v met. za sekundu, a m měnivý koeficient vyznamenává, kterýžto se vyjadřuje veličinou:

20—26 v pádu kde malá pravidelnost běhu se požaduje:

35—40 v pádu kde větší pravidelnosti zapotřebí, ku př. v přádelnách;

a 50—60 v pádu, kde největší pravidelnosti běhu se docíliti žádoucno jest.

Na př. Průměr $d = 6\cdot1$ metr., $n = 19$, $N = 40$, střední rychlost věnce $v = \frac{6\cdot1 \times 3\cdot14 \times 19}{60} = 6\cdot06$ metr, a vezmeme-li $m = 35$, $P = \frac{4645 \times 35 \times 40}{19 \times 6\cdot06 \times 6\cdot06} = 9320$ kilogr.

Abychom účel setrvačného kola mohli dobře pochopiti, představme si válec pístě při stroji, kde pára při každém pohybu pístě válec zcela naplní, a stejným tlakem účinkuje, a kde hřídel při každém jednotlivém pohybu do půlkruhu otočí.

Toto otočení půlkruhové bude jen tehdá možno, když množství páry, ve válci se nacházející, rovně tolik síly vydati v stavu jest, mnoho-li hřídel aneb klika k polovičnému otočení do kola potřebuje; ku př. když obě jsou 100 p. Klika tedy, má-li v stejných dobách stejné částky oblouku ukončiti (totiž má-li se hřídel stejnoměrně pohybovati), vyžaduje stále stejnou sílu pro každý díl oblouku. Ku př.

Pro každý oblouk 18°, tedy $^1/_{10}$ aneb 10 *p* z oných 100 *p*; poněvadž vypadá-li na 180° oblouk či půlobvod 100 *p*, musí na 18° oblouk 10 *p* přijíti.

Protože ale, jak již dříve naznačeno, když klika ukončila první a poslední 18° oblouk, píst teprv $^1/_{40}$ své dráhy ukončí, může tedy pára současně do válce se ženoucí také jenom $^1/_{40}$, aneb $2^1/_2$ *p* dílů síly vydati; tedy jí vydá $7^1/_2$ *p* míň, než potřebí jest. A poněvadž opět píst v 5tém a 6tém dílu své dráhy postavená na nejmíň $^3/_{20}$ své celé dráhy ukončí, a klika jenom opět o oblouk 18° se dále otočí, vydává v těchto postaveních pára místo 10 *p*, 16 *p* síly, což o polovic více, než potřebno jest.

Jestli v celku aneb průměrně pára při každém jednotném pohybu tolik síly vydává, mnoho-li jí hřídel potřebuje, nevydává ji tak stejnoměrně, aby nebylo vyrovnávatele zapotřebí.

Vyrovnávání parní síly děje se tu tedy setrvačným kolem, to jest: těžkou hmotou, která se současně se hřídelem otáčí, mnohem méně síly, než tento, k svému otáčení míti musí, a žádný odpor nepřemahá; proto, přivedena-li jedenkráte v točivé pohybování, v tomto setrvá, i kdyby se jí žádné nové síly nepřivádělo.

Upevníme-li takové těleso na hřídeli, a těleso to potřebovalo by 1000 *p*, nebo 1000 dílu síly, aby mohlo normální rychlostí zároveň se točiti, kde zato hřídel jenom 100 *p* vymáhá, patrno z toho že, počíná-li pára účinkovati, musí počáteční sílu skorem všecku jenom tomuto kolu vydávati, a to tak dlouho, až kolo dostihlo a přejmulo do sebe 1000 *p* síly. A poněvadž z množství této síly vyplývá určitá rychlost co podmínka, musí nápodobně

i hřídel touto rychlostí se točiti, tím způsobem přibývání a ubývání parní síly v čase jednotlivého pohybu pístě vyrovnává se setrvačným kolem.

O síle čili účinku parních strojů.

Hmoty, jestli se nepohybují, setrvají v klidu, a jsouce v pohybu, setrvají v něm také. Má-li hmota v klidu setrvající se pohybovati, a hmota v pohybu trvající v klid, totiž v nepohybování uvedena býti, musí vždy změny této jakási příčina býti; a ta příčina leží vždy mimo hmotu, a nazývá se *síla*.

Ku př. Vyhodíme-li kámen rukou naší do výšky, nebyla toho ani ruka, ani kámen příčinou, nýbrž síla naší ruky, jak obyčejně říkáme, tak také v praktickém životě říkáme síla koně, síla větru, síla páry, síla vody atd., dle toho, jestli se stroj tím neb oným pohybuje; z čehož následují v skutečnosti velmi rozmanité síly.

Tento rozdíl sil jest ale pouze zdánlivý, poněvadž obyčejně hledíme na původ, odkuď síly tyto pocházejí. V účinku sil neznáme však žádného rozdílu. Představíme-li si rozmletý kámen, není na moučce jeho viděti, zdali se to silou svalů našich, čili silou páry stalo. Jenom můžeme o jakémsi rozdílu mluviti tenkráte, když se o to jedná, která by z množství sil k našim účelům se dobře hodila, která by nejvýhodnější, nejpřiměřenější a hlavně, což v průmyslovém životě nejdůležitější, která by z nich nejlacinější byla.

Na každé síle vůbec rozeznáváme:

1. To místo neb onen bod, kde síla bezprostředně na hmotu působí; nazýváme je působiště (Angriffspunkt).

2. Cestu neb dráhu, kterou síla hmotou skutečně pohybuje; aneb jen pohybovati, čili také její pohybování rušiti se snaží.

Kam síla účinkem svým zaměřuje, nazýváme směr síly.

3. Velikost síly (Intensität). Těmito třemi věcmi každá síla určiti se dá; a tak jak síla něco nadsmyslného jest, není možno ani těchto tří postavených částí čili znaků smysly našimi pojmouti. Tak ku př. patrno, že ani působiště, ani

směr, ani velikost síly naší ruky viděti není, a že teprv z účinků lze nám souditi, jaké byly.

Poněvadž síly nevyhnutelné příčiny výsledků a výjevů jsou, nastává otázka, čím by síly měřiti se daly; co by tedy měrou jejich bylo? Velikost síly nemůžeme si jinak představiti, leč jejím účinkem; tedy jak velký účinek bude, tak veliká také síla; a opáčně: jak veliká síla, tak veliký její výsledek.

Z toho následuje, že všecky síly, jichž účinky sobě vespolek rovny jsou, co do velikosti sobě rovny býti musejí; že tedy velikostí jedné síly i velikost každé jiné vyznačena býti může. Sevřeme-li na př. svou rukou nějaké pružné péro, jest přirozeno, že síla povstává spružením péra vyrovnává svalní sílu ruky; dá-li se toto pružné péro také tak sevříti závažím 40 liber, jest tedy síla pružnosti 40 liber rovna, a tak i následově svalní síla ruky naší 40 liber veliká jest; proto nějaká síla kolikrát větší býti musí, než jiná, kolikráte účinek její větší jest, než účinek této síly.

Každá síla bez rozdílu může tedy býti měrou sil vůbec.

K tomuto měření volíme vždy sílu, která se nám nejpříhodnější býti zdá, a to jest *síla tíže.*

Výhody upotřebení tíže co míry pro síly jiné záleží v tom, že se tato síla nikdy nemění, že jest vůbec známa, a že se každou libovolnou hmotou zastoupiti dá.

Libra jest od dávna mírou tíže; proto počet liber velikost tíže, následovně i každé jiné v účinku jí rovné síly vyznačovati bude. Porovnáme-li sílu parního stroje s jinou známou silou, ku př. se silou koně, aneb měříme-li sílu parního stroje dle jistého výsledku, ku př. dle množství vody, kterouž stroj za minutu do jisté výše zdvihnul: vyznačujem tím pravou sílu parního stroje.

Poněvadž parního stroje užívá se tam, kde obyčejně síla koňská se používala, zavedeno vůbec parní stroj vyměřovati dle síly koní, na př. parní stroj, jenž sílu 10ti, neb 20ti koní měl, nazýván strojem o 10ti neb o 20ti koní síly.

Že ale měřítko toto nedokonalé, pozná snadno každý z následujícího:

1. Kůň jest v stavu denně jenom jistý počet hodin bez přítrže pracovati; parní stroj ale dovede plnou silou ve dne v noci účinkovati;

2. není síla jednoho každého koně stejně veliká;

3. jest účinek síly koně závislý i od způsobu, jakým se kůň při tahu upotřebí: protož také účinek rozličný.

Určiti dá se síla parního stroje dokonaleji tím, když jistým výsledkem měříme účinek, který vyvozuje. Výsledek ten jest

zdvihání jisté tíže na určitou výši a v určitém čase. Ku př. Síla, která v stavu jest 1000 liber v 1 minutě 40′ vysoko vyzdvíhnouti, jest 10krát větší oné, která může jenom 100 liber na tu samou výši a v tom samém čase vyzdvihnouti.

Měřítko toto jest uzpůsobilé určiti i sílu koně nebo člověka; i také vyjádřiti účinek, který silou *koně jednoho* vyrozumíváme.

Watt a Boulton, Angličané, zavedli 33000, a později 44000 anglických librostop pro výraz síly jednoho koně; totiž: shledali, že silný kůň v stavu jest tíži 180 liber 3′ v 1 sekundě vyzdvihnouti, což vyznamenává také moment 180 × 3 × 60 = 32400 librostop, aneb tolik liber na 1′ vysoko vyzdvihnutých. Dle francouzských strojníků rovná se síla jednoho koně 75 km. (totiž kilogrammetrův) za sekundu, aneb 4500 km. za minutu; aneb 100 km. za sekundu, čili 6000 km. za minutu; a tyto se rovnají 43410 librostopám anglickým.

Silou parního stroje vyrozumíváme tedy velikost jeho účinku, určeného jistou mírou, položenou za základ.

U nás se stanovilo: že kůň v stavu jest 100 liber 4′ vysoko v jedné sekundě vyzdvihnouti; což se rovná momentu 100 × 4 × 60 = 24000 librostop, nimiž se síla jednoho koně vyjádřuje; že mezi výrazem momentu anglických librostop a našich rozdíl jest, pochodí odtuď, že libry i stopy anglické menší jsou našich.

Účinek parního stroje rozeznáváme dvojí:

Dynamický, čili theoretický, a

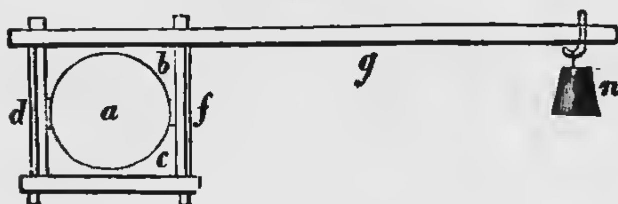
průmyslový, čili praktický.

Dynamickým účinkem vyrozumíváme vyvozenou sílu páry na píst, bez ohledu na ostatní díly stroje samého.

Průmyslovým účinkem vyrozumíváme však takový, který se nám objevuje teprv po přemožení zavěšeného břemena. Tento účinek jest menší předešlého, poněvadž velikost jeho se ztrácí, čím více hřídelů hnacích a jiných přivěšených strojů parní stroj v pohybování udržeti musí.

Stanovení účinku parního stroje siloměrem.

Obrazec 57.



Prony vynalezl ústrojí na způsob bremsy (tajidla), nímžto možno účinek parního stroje stanoviti.

Má-li se síla otáčivého hřídele *a* stanoviti, potřebí obemknouti hřídel

dvěma deskama *b* a *c*, vypouleným podle hřídele *a* i upevněnýma dvěma šrouby *f* a *d* ku hřídeli. Obě tyto desky museji si držet rovnováhu, totiž těžiště jejich splývá ve středobodu hřídele. Hořejní deska tajidla jest prodloužena ramenem *g*, na jehož konci váha *n* zavěšena jest. Pomocí šroubů *d* a *f*, aneb pouze jedním, možno desky ku hřídeli libovolně přitisknouti, neb sevříti. Jestli ale tajidlo málo sevřeno, otáčí se hřídel, aniž by ramenem *g* pohyboval. Sevře-li se ale tajidlo těsně k hřídeli, bude hřídel ústrojí sebou otáčeti, jestli přiložená váha dosti těžká není. Přiložíme-li poznenáhla dosti těžkou váhu, a zároveň utahujem šrouby *d* a *f*, až konečně páka vzdor točivému pohybu ve vodorovném postavení setrvá; pak možno stanoviti, že tření na hřídeli, jenž tento přemahá, rovná se břemenu zavěšenému, a tedy zavěšené váze *n*.

Tření toto se ustanoví ze součinu váhy, a dráhy, kterou by vykonati musila, kdyby se zároveň s hřídelem otáčela. Ku př. váha $n = 100$ liber, vzdálenost ramena od středu hřídele až k zavěšenému bodu 7′, a hřídel vykoná v minutě 20 otáček, obnáší-li obvod $= 7 \times 6{\cdot}28$, to násobeno $100 \times 20 = 87720$ librostop tření.

Poněvadž hřídel nepřipustí, aby váha padala, aniž aby sebou se otáčela, patrno z toho, že se v tomto pádu břemeno síle rovná, totiž: síla nedopouští, aby váha 100 liber za minutu drábu $6{\cdot}28 \times 7'$ vykonala, a spočítáme-li moment jednoho koně s 33000 librostopami, máme sílu hřídele vyznačenou

$$\frac{87720}{33000} = 2^3/_4 \text{ koní síly.}$$

Stanovení dynamického účinku.

Dynamický neb theoretický účinek parního stroje stanoví se, když účinný tlak páry na píst vyvozený s vykonanou dráhou v minutě násobíme.

Tlakem účinným vyrozumíváme tlak páry, který zbývá po odčtění tlaku protivného, totiž vzduchu aneb smrsknuté páry v hustiči. Na př.

Je-li tlak páry na □″ $16^1/_2$ liber a tlak protivný $1^1/_2$ liber, jest pak účinný tlak na □″ 15 liber; máli i plocha písti 720 □″ a udělá-li píst v 1 minutě 48 jednotných pohybů 4′ vysokých, stanoví se parního stroje s nízkým tlakem dynamický účinek:

$$\frac{15 \times 720{\cdot}192}{33000} = 63 \text{ koní síly.}$$

Stejným způsobem stanoví se dynamický účinek parních strojů vysokého tlaku bez hustiče. Pracuje-li takový stroj s tlakem 5·13 kilogr. na □ cm., jest pak účinný tlak = 4·1 na □ cm.

Obnáší-li plocha písti 1520 cm. a rychlost této 60 metrů za minutu, jest dyn. účinek $= \frac{4 \cdot 1 \times 1520 \times 60}{4500}$ $= \frac{373910}{4500}$ km. = 83 koní síly. Při expansívních strojích musí se nejdříve střední tlak stanoviti.

Obnáší-li absolutný neb pouhý tlak páry 3·4 kilogr. na □ cm., protitlak smrsknuté páry 0·12 kilogr. a expansí jest 4násobná, obnáší pak střední tlak

v první čtvrtině pohybu písti . . . = 3·40 kilg.

v druhé „ v průměru $\frac{3 \cdot 4 + 1 \cdot 7}{2}$ = 2·55 „

v třetí „ „ $\frac{1 \cdot 7 + 1 \cdot 13}{2}$ = 1·41 „

v čtvrté „ „ $\frac{1 \cdot 13 + 0 \cdot 85}{2}$ = 0·99 „

ouhrnkem $\frac{8 \cdot 35}{4}$ =

2·09 kilogr. a po odčtění tlaku protivného $\frac{0 \cdot 12}{1 \cdot 97}$ kilogr; obnáší-li plocha písti 1580 □ cm. a dráha písti vykonává v minutě 65 metrů, jest pak dynamický účinek $= \frac{197 \times 1680 \times 65}{4500}$ $47^4/_5$ koní síly.

Pojmenujeme-li P pouhý tlak páry na píst ve válci vyjádřený v librách na □" aneb v kil. na □ cm. a p tlakem protivné strany; F plochu pístě v □" neb □ cm. a V rychlost aneb vykonanou dráhu v 1 minutě dle stop aneb metrů, máme dynamický účinek dle anglické míry $= \frac{F\,(P-p)\,V}{33000}$ a dle francouzské métrické míry $= \frac{F\,(P-p)\,V}{4500}$

Ačkoliv se nedá proti způsobu stanovení dynamického účinku ničeho namítati, snadno předc každý uzná, že se výsledku toho nemůže vzhledem na účinek praktický jedině přidržeti. Již chybujem tím, když tlak páry P v té míře upotřebujem, jak se nám pouze v kotli udává; neboť pára vystupující z kotle prochází trouby, truhlík rozdělovacího ústrojí a průduchy do

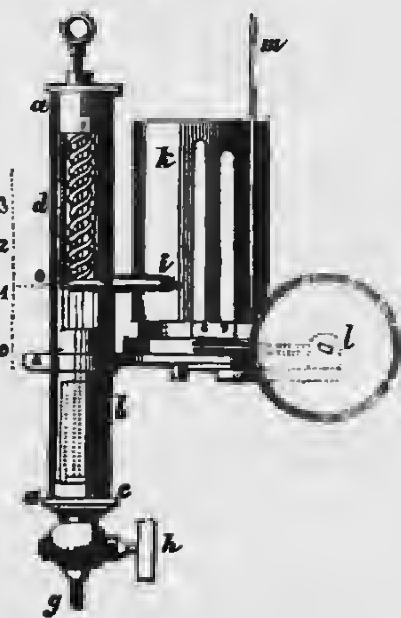
válce, při čemž částku své pružnosti a následovně i své síly ztrácí. Síla páry P, totiž pouhá síla, stává se ve válci menší, čím břemeno a odpory všelijaké se umírňují, poněvadž v té míře pára se rozpínati nucena jest, anto vyrovnávatel (regulator) pro obyčejný běh stroje páře průchod uzamíká aneb otvírá, jak toho potřeba káže a proto také páru řídne čili slábne. Tlak protistranný n musí se také o něco výše bráti, nežli tlak prostory, ku př. hustiče, obnáší, kam se pára žene.

Z toho vidno, že výsledek vypočítaný dynamického účinku podléhá mnohým opravám a při expansivních strojích složitějšímu vypočítání.

Velikou cenu má tudy ústrojí, pomocí jehož možno jest stanoviti bezprostředně tlak páry P a protitlak p při práci.

Jest to tak zvaný *indikator* čili *ukazovatel*, v přístojícím obrazci znázorněný.

Obrazec 58.



aa jest dutý válec, v němž dole bota *b* v průměru 1 cm a píst *c* se nachází. Hořejší díl válce uzavírá v sobě pružné péro *d*, které přiměřený protitlak na píst vyvozuje, když na píst dolem pára tlačí. Na tyči písti jest ručička *o* nasazená a stranou měřítko upevněné a proto možno povždy zvěděti postavení písti a tomuto přiměřený tlak páry pod pístí v atmosférách a sebou zároveň i tlak páry na píst, jest-li toto ústrojí na hořejší plotně válce připevněno jest, a kohout *h* otevřen, páru z *g* do *b* pouští. Znamená-li číslo 1 na měřítku postavení malé písti v okamžení kdy nad a pod ní tlak se rovná 1 atmosféře, znamenají čísla 2, 3, 4 zároveň tlak 2, 3, 4 atmosfér a *o* znázorňuje postavení písti, kdy pod *c* pražádný tlak není.

Při parních strojích plného tlaku bez kondensatoru bude ukazovati ručička stále 3 mezi pohybem pístě dolu, jestli pára ve válci rovna jest 3 atmosfér a při pohybu písti nahoru bude ukazovati stále 1, poněvadž tento protivný tlak rovná se tlaku atmosférickému.

U strojů expansivních bude ručička mezi pohybem písti dolu, jakmile uzavření páry nastoupilo, poznenáhle spadávati a okazovati tlak, jak se poznenáhla mírnil, u strojů s kondensátorem ale při pohybu písti vzhůru bude ukazovati ručička více meně hlouběji pod 1 a spadne bez mála až na *o*.

Nastrčí-li se na ručičku *o* na proti olůvko špičaté *i* a zařídí tak, aby špice po válci *k* papírem polepeným ryla, možno pak snadno se dozvěděti změnu tlaku, když válec *k* se za dvojitým pohybu písti jednou kolem otočí. Olůvko opíše při pohybu písti dolu a nahoru křivku na papíru a jest-li tlak páry stejný, kryjou se opisované křivky, zdali ne, možno pak posouditi z uchylek přibývání aneb ubývání tlaku páry.

Otáčení válce *k* zavede se z tyče písti, aby se zároveň s přibývající a ubývající rychlostí jako píst točil.

O příčinách, které dynamický účinek umenšují.

1. Nemá-li zpodní díl písti ve válci páru propouštěti, jest zapotřebí, aby kroužky na stěny válce těsně přiléhaly, následkem čehož tření znamenité povstává, kteréž se rovná regulativnímu tlaku páry. Je-li obvod písti 90″ a výšky 3′ obnáší plocha 270 □″ a při tlaku 18 liber na □″ obnáší tření na stěnách vyvozené 4860 liber. Tyč písti, vedena bixou, musí býti z tuha ucpána, aby páru nepropouštěla, a způsobuje taktéž tření. Oboje toto tření ubírá síly a ztenčuje ji o $^1/_{10}$ veškerého absolutného účinku.

2. Navzdor ale napnutí kroužků pí̌šťových není předc možno ubrániti, aby něco páry kolem pístí a taktéž kolem bixy neubíhalo a to samé platí o komoře rozdělovacího ústrojí, kde částka páry, minouc válec do hustiče neb prostoru volného ubíhá. Ztrátu tuto cení mnozí taktéž na $^1/_{10}$ absolutného účinku, ačkoliv to veliký podíl a nezdá se docela pravdivý.

3. Má-li pára jistou rychlostí do válce vtékati, a sice nejméně takovou, jakou píst se pohybuje, zapotřebí k tomu určitého tlaku, jenž se jedině na potřebnou tuto rychlost vynakládá a tím ztrátu účinku stroji způsobuje.

Tento tlak musí tím silnější býti, čím užší trouby, kudy pára probíhá, poněvadž pak tím rychleji pohybovati se musí. Zužení a zatáčky průduchů pro páru vymáhají taktéž většího tlaku. Zároveň ztrácí se síla na vypuzení páry z válce.

Tretgold vypočítal při průřízu trub, jenž se $^1/_{25}$ dílu průřízu válce rovnají, ztrátu síly na $^1/_{72}$ díl povšechné síly. Poznamenáno budiž, že tato okolnost se pomíjí, když při vypočítání dynamického účinku, se účinný tlak na píst za základ staví.

4. Otvírání kohoutů aneb posouvání šoupadel vymáhá taktéž sílu k přemožení tření.

5. Všecky parní stroje musejí pumpy míti. Síla, již pumpy vyžadují, jest znamenitě veliká, zvláště kde při stroji

s hustičem pumpa ssavá a pumpa na studenou vodu se nacházejí.

Tretgold vypočítal při strojích dvojstranně účinkujících potřebnou sílu tuto na $^1/_{20}$ síly absolutní.

6. Setrvačné kolo i páka vymáhají konečně taktéž nemálo síly.

Stanovení praktického účinku při parních strojích.

Máme-li sílu parního stroje stanoviti z rozměru válce, z počtu a výšky pohybu písti, ze síly páry aneb spotřeby páry (Dampfconsum), nezůstane nám nic jiného, nežli uchopiti se podílu praktického účinku, totiž toho po oddělení všech přemožených odporů, který nás zkušenost sama naučila znáti a tento podíl co základ k dalšímu vypočítání upotřebiti, aneb jináče ještě: theoretický účinek dle poměrů na jiných strojích toho samého druhu zkušebně stanoveného, porovnati.

Ze skušenosti jest na př. ustanoveno, že při Wattovských parních strojích, když absolutní tlak páry na □″ 16 liber obnáší, účinný čili praktický upotřebený tlak obnáší pouze 9 liber na □″, a tedy stroj o 340 □″ plochy písti a rychlosti 180′ za minutu dá: $= \frac{9 \times 340 \times 180}{33000} = \frac{550800}{33000} = 16^2/_3$ koní síly.

Dále by zkušenost učila, že praktický účinek při Wolfowských strojích se rovná 0·58 dílu dynamického účinku a proto bylo by zapotřebí nejdříve stanoviti dynamický účinek a pak s koeficientem 0·58 znásobiti.

Tento koeficient stanoví se mnohými pokusy, na př. tajidlem (bremsou) pro každý druh parních strojů zvláště.

a) Stanovení síly parního stroje s nízkým tlakem.

Znamená n počet jednotných pohybů písti v minutě, p tlak páry na □ cm. v kilg., v objem spotřebované páry na dvojitý pohyb v krychl. metrách a c koeficient vyrovnávací, tak obnáší síla stroje (anto účinný tlak v tomto pádu $^9/_{10}\,p$ obnáší) $= cn \times 2\,p\,v$ koní síly a formule pro stroj bez tlaku protivného $cn\,\frac{20}{9}\,pv$.

Dle Ponceleta a Morina jest c při Wattovských strojích dle

velikosti a stavu: při strojích pod 8 koní síly 0·42—0·50
od 10—20 „ 0·47—0·56
od 30—50 „ 0·54—0·60
od 60 100 „ 0·60—0·65

Na př. $p = 1·33$ kil. $n = 41·8$, $v = 0·458$ krychl. metrů; máme pak pracktický účinek $= 0·58 \times 41·8 \times 2 \times 1·33 \times 0·458 = 29\frac{1}{2}$ k. s.

Ten samý výsledek docílíme také následujícím způsobem: Poněvadž při stanovení síly v předešlém příkladě vanoměr (manometr) ukazoval $^2/_7$ atmosfér vyššího tlaku, obnášel tedy tlak páry v kotli 1·328 kil. na □ cm. Vezmem-li tlak páry ve válci 1·320, a tlak v hustiči 0·095, obdržíme střední tlak 1·225. Když průměr 62 cm. obnáší, jest plocha pístě 3017 cm., a veškerý tlak na píst 3695 kil.; a protože rychlost pístě 1·06 met. obnáší, rovná se tedy za 1 sekundu dynamický účinek $= \frac{3916}{75}$ km. $= 52$ koní síly; a znásobeno 0.57 co koeficientem praktického podílu dá skutečný účinek $52 \times 0·57 = 29\frac{1}{2}$ k. s.

Mnoho anglických strojníků stanoví dotuď ještě nominální sílu parního stroje nízkého tlaku dle formule:

$F = \frac{7.\ s.\ v.}{33000}$ aneb $\frac{d^2.\ v}{6000}$; kde s plochu pístě, d průměr v palcích, a v rychlost v minutě vyznamenává. Ta se zakládá na následujícím: Účinný tlak páry nad □", ačkoliv z předu o polovic větší, při delší spotřebě předc jen 7 librami účinkuje. A druhá formule jest odvozená z $s = \pi r^2 = \frac{22}{7} r^2 = \frac{22}{7} \times \frac{d^2}{4} = \frac{11}{14} d^2$; a proto $F = \frac{7\ (^{11}/_{14} d^2)\ v}{33000} = \frac{5·5\ d^2\ v}{33000}$.

b) Stanovení síly expansivního stroje s hustičem.

Dle předešlé formule pro Wattovské stroje dá se upraviti nová formule pro stroje expansivní s hustičem, přidáme-li k řečené formuli činitele, vyjádřující poměr, v jakém expanse dynamický účinek zvětšuje, a zmenšíme-li koeficient asi o $^1/_8$ neb $^1/_7$; pak máme $E = en \times 2\, pv \times (1 + 2·3 \log d)$; kde d stupeň expanse a v na každý pohyb pístě spotřebované množství páry vyjádřuje. A tato formule platí pak pro stroje Wolfowské, i pro stroje o jednom válci.

Jednoduší formulí vyjádřuje ten samý účinek Hodge. Nejdříve vypočítává střední tlak páry na píst dle:

$$p' = \frac{p}{n} \times (1 + 2\cdot3 \log n),$$

a dynamickou sílu dle formule $= \frac{p' \times f \times v}{75}$. Ku př.

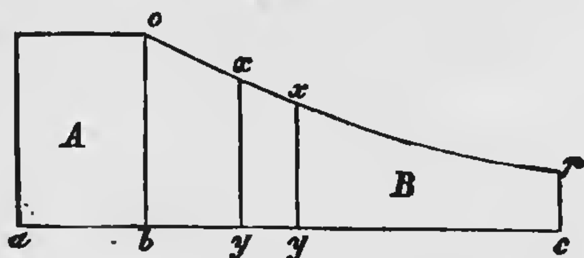
Jeli $p = 3\cdot5$ kilg. nad □ cm., $n = 4$ (poněvadž ve $^1/_4$ pohybu pára uzavřena), průměr $d = 20$ cm., a v 1·2 m. za 1 sekundu, jest $p' = \frac{3\cdot5}{4} \times (1 + 2\cdot3 \times 0\cdot60206) = 2\cdot087$, a $f = 346$ □ cm.; proto dynamická síla $=$ $\frac{2\cdot087 \times 346 \times 1\cdot2}{75} = 11^1/_2$ koní síly.

A násobeno praktickým podílem, čili koeficientem:
$\frac{2}{3} \times 11^1/_2 = \frac{2}{3} \times \frac{23}{2} = \frac{46}{6} = 7^2/_3$ koní síly.

Stanovení dynamického účinku rozpínavosti páry pomocí formulí.

Jestli v jistém dílu pohybu pístě přístup páře do válce uzamkneme, účinkuje v uzavřeném prostoru válce pára svou rozpínavostí; čímž se pružnost páry seslábne, a poznenáhla sílu ztrácí. V přístojícím obrazci jest účinek páry se rozpínající znázorněn. Vyznamenává-li přímka ab výšku onoho dílu pohybu pístě, kde přístup páry uzamknut, a ob tlak páry na píst, tak nám znázorňuje rovnoběžník A dynamický účinek páry před uzavřením, neb mezi časem plného tlaku páry. Znamená-li bc ostatní díl pohybu pístě po uzavření páry, vyznamenává pak pc tlak na píst u konce pohybu, jestli $pc : ob = ab : ac$; a tak každá kolmice xy vyjádřuje tlak páry mezi časem rozpínavosti, jest-li jen $xy : ob = ab : ay$.

Obrazec 59.



Dostíhla-li píst druhý, neb třetí díl svého pohybu, jest tlak páry podobně 2 neb 3krát slabší, a $xy = {}^1/_2\, ob$, aneb $xy = {}^1/_3\, ob$; dle toho v kolikátém dílu pohybu se píst nachází.

Křivka oxp tvoří hyperbolu, a dle zákonu o té křivce má se $A : B = \log \text{hyp.} \frac{ac}{ab} : 1$; kde A účinek páry plného tlaku, a B účinek páry mezi časem rozpínavosti znamená. Hy-

perbolický logaritmus stanoví se dle logaritmu obyčejných tabulek násobením počtem 2·3028.

Možno tedy snadno pro každý stupeň rozpínavosti dynamický účinek tlaku určiti; vezmeme-li dynamický účinek páry až k uzavření = 1, jest účinek *n* násobné rozpínavosti = 2·3028 × log. *n*. Na př.

Jestli se přístup páry ve 4tém dílu pohybu zamezí, jest *n* = 4; poněvadž ale log. 4 = 0.60206 máme 2·3028 × 0·60206 = 1·385 dynamický účinek páry mezi časem rozpínavosti, kterýž se přičte k onomu plného účinku páry.

Vezmem-li n	=	$1^1/_2$,	jest účinek	=	0·405
n	=	2	„	=	0·693
n	=	$2^1/_2$	„	=	0·916
n	=	3	„	=	1·088
n	=	$3^1/_2$	„	=	1·253
n	=	4	„	=	1·386
n	=	$4^1/_2$	„	=	1·504
n	=	5	„	=	1·609
n	=	6	„	=	1·791
n	=	7	„	=	1·945
n	=	8	„	=	2·079
n	=	9	„	=	2·197
n	=	10	„	=	2.302

Na př. Je-li dynamický účinek 1 kilg. páry 3 atmosférové bez rozpínavosti = 18·840 km, jest při 3 násobné rozpínavosti = 1·088 × 18840 = 20·500 km; proto povšechný dynamický účinek 39.340 km.

Choffel udal způsob k vypočtení skutečného účinku páry, bera ohled na umírňování teploty ve válci po čas jednotného pohybu pístě. Způsob ten předpokládá znalost objemu spotřebované páry v jednotném pohybu pístě, tlak páry, a poměr rozpínavosti, i ustanovení dynamického účinku jednoho krychlového metru jednoduché páry za rozličné rozpínavosti.

Dle jeho tabule obnáší dynamický účinek 1 krychl. metru jednoduché páry:

bez rozpínavosti	= 10330 km.;	se 4násob. rozpín.	= 23775 km.
s $1^1/_2$ násob. rozpín.		= 14444 „	$4^1/_2$	„	= 24840 „
$1^3/_4$	„	= 15964 „	5	„	= 25785 „
2	„	= 17267 „	$5^1/_2$	„	= 26629 „
$2^1/_4$	„	= 18402 „	6	„	= 27394 „
$2^1/_2$	„	= 19407 „	7	„	= 28735 „
$2^3/_4$	„	= 20308 „	8	„	= 29881 „
3	„	= 21124 „	9	„	= 30880 „
$3^1/_2$	„	= 22553 „			

Absolutný dynamický účinek se stanoví, když objem páry v krych. met. tlakem v atmosférách a veličinou přináležející k určené rozpínavosti v tabulce násobíme. Na př.

Dejme tomu, že by při každém pohybu pístě 0·12 krych. met. páry $2^1/_2$ násobného tlaku se spotřebovalo, a rozpínavost dosáhla by $3^1/_2$ násobného stupně; jest pak:

Absolutný dynamický účinek $= 2·5 \times 0·12 \times 22553 = 6766$ km. Účinek tlaku protivného při hustiči s tlakem 0·1 atmosf. jest $0·1 \times 0·12 \times 3^1/_2 \times 10330 = 434$ km; tedy skutečný dynamický účinek 6766—434 = 6332 km. v čase jednotlivého pohybu; a v čase 42 pohybu v 1 minutě

$$\frac{6332 \times 42}{4500} = 59 \text{ koní síly.}$$

Stanovení relativního účinku rozličných strojů.

Relativní dynamický účinek rozličně sestavených parních strojů určí se nejpřiměřeněji, když ustanovíme počtem účinek, jaký jeden a ten samý objem páry vyvede; účinek čili výsledek bude rozdílný při strojích rozeznávajících se svým sestrojením, a rozdílný i pro rozličná zařízení kotlů, a topení i paliva samého. Relativní účinek každého stroje zapotřebí pak zkouškami dynamometrickými stanoviti. Uvažujme především dynamický účinek 1 kil. páry bez rozpínavosti.

Poněvadž 1 kil. aneb krychl. decimetr vody, v páru tlaku atmosférického proměněn, prostor 1700 krych. decimetrů zaujme, a atmosférický tlak na □ dm. $= 103^1/_3$ kil. obnáší; jest to tedy absolutná mechanická síla 1 kil. páry na píst; a jest-li protitlaku není, $= 170 \times 103^1/_3 = 17565$ km. (kilm. = 10 dm. aneb = 1 metr). S protitlakem (při 38^0 smrsknuté páry) vypadá na □ dm. 6·46 kil., tedy $170 \times 6·46 = 1098$ km., jenž odpočítati se musejí; tedy obnáší tlak páry 17565—1098 = 16467 km.

Kdyby horkost (neb teplota) páry zůstala při každém tlaku ta sama, muselby i dynamický účinek 1 kil. páry ten samý zůstati; neb tlačí-li dvojnásobná pára silou $206^2/_3$ kil., musilaby pára ta nevyhnutedlně jenom prostor 850krát většího objemu zaujmouti, kdyby i teplota zároveň se neměnila. Protože ale s vyšším tlakem páry souvisí i vyšší horkost či teplost, proto se objem páry umenšuje v mírnějším postupu, zato ale mechanická síla se množí.

Při dvojnásobném tlaku jest objem vody 900 násobný (místo 850 násobný), a odpovídá 121·5° místo 100° Celsiusa.

Dynamická síla páry dvojnásobného tlaku obnáší $206^2/_3$ × 90, čili 18600 km.; a po oddělení tlaku protivného 6·48 × 90
582 km.
18018 km.

Takovým způsobem stanoví se relativní objem páry 1 kil,, od 1—10 atmosfér, bez rozpínavosti, k vodě = 1, a dynamický účinek po srážce protitlaku při 38° C. dle tabulky:

Tlak	objem	dyn. účinek	tlak	objem	dyn. účinek
1 atm.	1700	16·470 Km.	6 atm.	329·6	20·222 Km.
2 „	900	18·018 „	7 „	286·7	20·557 „
3 „	621	18·840 „	8 „	254·3	20·858 „
4 „	477	19·411 „	9 „	228·7	21·127 „
5 „	389·4	19·870 „	10 „	208	21·362 „

Následují některá vypočítání:

1. Dynamický účinek 10 kil. páry při stroji vyššího tlaku, bez rozpínavosti a hustiče.

Je-li tlak páry 5ti atmosférový, obnáší tlak na □ cm. 5·165 kil., teplota 154°, a objem 10 kil. páry = 3894 litrů.

Má-li toto množství páry v 1 minutě spotřebováno býti, a pohybuje-li se píst rychlostí 60 m. za 1 sekundu, musí píst jeho 64·9 □ dm., aneb 649 □ cm. obnášeti; a účinný tlak 4 atmosfér = 5·165—1·030 = 4·135; tedy dynamický účinek = 4·135 × 649 = 2688 km. za 1 sekundu aneb $\frac{2688}{75}$ = 35·8 koní síly.

Při páře tlaku 6 atmosfér byl by na 37·9 koní síly.

2. Účinek při parních strojích vysokého tlaku, s rozpínavostí a bez hustiče.

Má-li pára opět tlaku 5 atmosfér, a jest-li přítok páry v $^1/_2$ pohybu písti uzavřen; musí píst, aby 10 kil. v 1 minutě s potřebováno bylo, dvojnásob velkou plochu, tedy 1298 □ cm., míti. Rozdělíme pohyb pístě v 8 dílů, obnáší po 4 prvních dílech tlak na □ cm. 5·165, mezi pátým dílem jenom 4·648, a v průměru celého pohyby 4·382; a protože s rozpínavostí teplota klesá v průměru až na 147°, proto tlak průměrný se 4·309 kil.

vyjádřiti musí. Po srážce 1 atmosféry tlaku protivného obnáší pak střední účinný tlak 4·309—1·030 = 3·279; tedy bude dynámický účinek 10 kil. 5-násobné páry = 1298 × 3·279 = 4248 km. = 56$^{1}/_{2}$ koní síly. Při uzavření přítoku páry o $^{1}/_{4}$, kde plocha pístě 4krát větší, obnáší účinek podobným počtem stanovený a při 5-násobné páře 66·8 koní síly.

3. Má-li ten samý stroj hustiče, jest pak theorický účinek větší, poněvadž protitlak jenom $^{1}/_{4}$ atmosf. obnáší, a tlak páry na □ cm. asi 4·21 kil. se stanoví. Tedy 1298 × 4.21 = 5464 km., aneb 73 koní síly.

4. Dynamický účinek 10 kilg. páry při stroji nízkého tlaku. Jestli jest tlak páry $^{5}/_{4}$ atmosfér velký, tedy 1·291 kil. nad □ cm., obnáší objem 19 kil. páry, při 100°, $^{4}/_{5}$ × 1700 × 10 = 13600 litrů; v skutku ale obnáší o $\frac{6}{267}$ více, protože pára 106° tepla zaujímá, což pak činí 13900 litrů.

Plocha pístě, pohybuje-li se rychlostí 600 decim. za minutu, musí býti 23 □ dcm. velká.

Je-li pak účinný tlak 1·19, jest potom tlak veškerý 2756 kil. a dynamický účinek $\frac{2756}{75}$ = 36$^{3}/_{4}$ koní síly.

Při tlaku 1$^{1}/_{2}$ atmosfér byl by dyn. účinek = 38 koní síly.

5. Dynamický účinek Wolfovského stroje.

Je-li tlak páry stálý (tudy v menším válci) 3$^{1}/_{2}$ atm., tak jest p = 3·615 kil, a temp. 141°, a objem 10 kil. s ohledem vyšší temperat. obnáší 5380 litrů.

Obnáší-li rychlost malé písti 45 m. za minutu, musí plocha $\frac{5380000}{4500}$ = 1195 □ cm. obnášeti, aby 10 kil. v minutě spotřebovala.

Plocha větší pístě ale, jejíž rychlost 60 met., a 3$^{1}/_{2}$-násobná rozpínavost, obnáší 1195 × 3$^{1}/_{2}$ × $\frac{45}{60}$ = 3136 □ cm.

Když rozpínavost páry v průměru $^{9}/_{4}$ jest, jest průměrný protivný tlak na malou píst $^{4}/_{9}$ × 3·615, aneb 1·606 k.; a následkem zmírněné teploty na 112° jenom 1·48 k.

Účinný tlak obnáší 2·135 k. (3·615—1·480); a tlak veškerý 2·135 × 1195 = 2551 kil., a dynamický účinek $^{3}/_{4}$ × 2551 = 1913 km. = 25$^{1}/_{2}$ koní síly.

Účinný tlak na píst velkou, po srážce protitlaku v hustiči, = 1·48—0·1 = 1·38 k.

A tlak na celou plochu pístě 3137 × 1·38 = 4328 kil.; a protože se pohybuje x rychlostí 1. metru v 1 sekundě, jest

dynamický účinek 4328 km. $57\frac{1}{2}$ koní síly; a ouhrnkem v obou válcích $25\frac{1}{2} + 57\frac{1}{2} = 83$ k. s. Parou $4\frac{1}{2}$ atm., byl by 86 koní síly; a parou $5\frac{1}{2}$ atm. byl by $89\frac{1}{2}$ koní síly.

Výhody docílené rozpínavostí páry.

Následující tabulka udává výsledky theoreticky vypočtěné:

A. Dynamický účinek jednoho a toho samého objemu páry při 2 až 10 násobné rozpínavosti;

B. poměr k účinku toho samého válce bez použití rozpínavosti;

C. tlak páry v librách nad □", při středním tlaku 14·75 liber jedné atmosf. za základ položeném;

D. spotřeba páry v krychl. stopách pro 1 pohyb 36 kr. stop vysoký;

E. dynamický účinek v librách 1 stopu výšky, až k rozpínavosti;

F. zvětšení účinku dosaženého rozpínavostí.

páry přítok uzavřen	A	B	C	D	E	F
při 0	1	1	14·75	36	76·464	0
„ $\frac{1}{2}$	1·69	0·846	17·42	18	45·144	31·285
„ $\frac{1}{3}$	2·1	0·70	21·08	12	36·420	39·989
„ $\frac{1}{4}$	2·385	0·60	24·72	9	32·036	44·416
„ $\frac{1}{5}$	2·61	0·522	28·26	7·2	29·297	47·138
„ $\frac{1}{6}$	2·79	0·465	31·7	6	27·390	49·055
„ $\frac{1}{7}$	2·94	0·421	35·0	5·14	25·957	50·506
„ $\frac{1}{8}$	3·08	0·384	38·3	4·5	24·821	51·603
„ $\frac{1}{9}$	3·2	0·355	41·5	4	23.921	52·534
„ $\frac{1}{10}$	3·3	0·33	44·66	3·6	23·152	53·295

Sloupec *A*, co základ ostatních, vyznamenává poměr, v jakém z jednoho a toho samého množství páry, jakého koli tlaku, možno víc síly vyzískati, upotřebením rozpínavosti.

Je-li účinek páry jedné a té samé bez rozpínavosti = 1, jest to samé množství páry upotřebené dvojnásobnou rozpínavostí 1·69krát větší; 10 krych. stop páry bez rozpínavosti, tedy plným tlakem účinkující, nedá ani půl takového výsledku, jako když páru na trojnásobný objem rozpnouti necháme; a 8-násobná rozpínavost vyvodí trojnásobný účinek.

Ze sloupce B jasno, že uzavřeme-li přístup páry v $^1/_4$ dílu pohybu, obdržíme jenom $^2/_5$ míň účinku, než bychme při plném stálém přítoku páry obdrželi; zato ale potřebí 4-násob míň páry.

Veličiny tyto udávají zároveň střední tlak; to jest: 1 kr. stopa páry 3·5 kil. tlaku vyvodí čtvernásobnou rozpínavostí takový účinek, jako 4 kr. stop. páry 0·60 $\times$ 3·5 $=$ 2.1 kil., jenž se nerozpíná.

Veličiny ve sloupci C obdržíme, dělíme-li 14·75 poměrnými veličinami v sloupci B.

Dva válce, z nichž jeden atmosf. párou a stálým tlakem, druhý ale párou 35 liber nad □″, jejíž přítok o $^1/_7$ pohybu uzavřen, pracuje, ma-jí stejnou sílu; ačkoliv tento pouze 1 kr. st. páry asi $2^1/_2$ atmosfér zapotřebí má, onen ale 7 kr. stop tlaku atmosf. spotřebuje. Ku př. Pracuje-li stroj plným tlakem 16 librami nad □″, vyrovná se mu v účinku jiný, který 38·1 librami páry a se zaraženým přítokem v $^1/_7$ dílu pohybu pracuje; nebo 16 $\times$ 7 $=$ 112; a 38·1 $\times$ 2·94 $\doteq$ 112.

Tážeme-li se, jak prvopočáteční pára silná býti musí, aby v $^1/_5$ dílu uzavřena, sílu 20 koní vyvodila, potřebujem jenom 5 $\times$ 20 $=$ 100 : 2.61, a naleznem tlak páry $38^1/_3$ libry.

Sloupec D dá se lehce vysvětlit. Stalo-li se uzavření páry v $^1/_6$ dílu pohybu, bude tedy při každém pohybu $^1/_6$ prostor válce parou naplněn.

Veličiny v E se pak udají, když pro 1. pohyb potřebnou páru v krychl. stop. s tlakem jejím nad □′ (144 $\times$ C) násobíme; a veličiny v F obdržíme, když pomocí poměrů v sloupci A vyznačených zvětšení rozpínavostí dosažené vypočteme.

Ku př. Při 4-násobné rozpínavosti bylo by potřebí 90′ páry, 24·72 liber tlaku, aneb 144 $\times$ 24.72 $=$ 3560 lib. nad □′; a tedy účinek až k uzavření páry $=$ 9 $\times$ 3560 $=$ 32040; a poněvadž zvětšení dle A při 4-násobné rozpínavosti 1·385 obnáší, tedy zvětšení účinku rozpínavostí dosaženého 32040 $=$ 44373; a tudy povšechný účinek 32040 $+$ 44373 $=$ 76·415, aneb ten samý, který by 36 kr. st. atmosf. tlaku vydaly; neboť 36 $\times$ 2124 $=$ 76·464.

Ze sloupce B možno jest nahlédnouti, jak menším objemem páry ten samý účinek vydobydeme, když ji rozpínavostí vynakládáme, než když páru tlakem plným účinkovati necháme; nebo 60 stop páry 4-násobnou rozpínavostí účinkují v té míře, jako 33 stop 10-násobné rozpínavosti, a jako 100 stop páry bez rozpínavosti.

Na každý způsob ale musel by vždy větší válec býti; a sice pro 33′ stop páry, 10-násobné rozpínavosti, musel by již místo 100 kr. stop, válec 331 krych. st. zaujímati; a proto roz-

měry ty, zmnohonásobněné, odkazují úplného užívání rozpínavosti až na jisté meze, má-li se jí s pravým užitkem použíti. Konečně vyplývá z toho, že by poměr učinného tlaku tím menší býti musel, čím mnohonásobnější rozpínavosti by se vynakládalo, protože protitlak již tím způsobem by se co znamenitý stanovil, na ujmu účinného tlaku.

Dále jest vyrábění páry silné dražší a použití takové mnohem nesnadnější, a vyžaduje také silnější válce; při náhlém uzavření páry ztratila by píst stejnoměrný pohyb, a proto by takový parní stroj vyžadoval mnohém větší setrvačné kolo.

O b s a h.

Stránka

O páře a jejích vlastnostech.

O plození páry.

Chyby tisku.

Stránka	8	od zdola	3. řádka	stojí	proměrnou	má státi	poměrnou
„	40	od zhora	1.	„	„ nepřiuněřeněji	„	nejpřiměřeněji
„	46	od zdola	4.	„	„ nákladu	„	náhledu
„	51	„	15.	„	„ korku	„	horku
„	59	od zhora	23.	„	„ spojíme	„	spojíme-li
„	61	„	2.	„	„ rozeznáme	„	rozeznáváme
„	72	„	21.	„	„ *b a l*	„	*b a e*
„	75	od zdola	2.	„	„ $= \frac{12}{7}\sqrt{2}$	„	$= \frac{22}{7}\sqrt{4}$



— České učební knihy —

nákladem kněhkupectví: **I. L. Kober** v Praze vydané a k dostání ve všech kněhkupectvích, jakož i u našich jednatelů:

Slovník řecko-německo-český. Nové velmi *laciné* vydání. 48 archů aneb 770 str. Sešitý 1 zl. 40 kr., v tuhé vazbě 1 zl. 80 kr.

SPRÁVKA, Petr: **Parní stroj.** Stručné pojednání o páře a použití této co síly pohybující. S 59 vyobrazeními. 118 str. Sešité 96 kr.

STANĚK, Jan: **Chemie všeobecná I.** O nekovech. S 50 vyobrazeními. Druhé vydání. 136 str. Sešitá 80 kr., vázaná 90 kr.

—, —: **Chemie všeobecná II.** O kovech. Se 44 vyobrazeními. 188 str. Sešitá 72 kr., vázaná 80 kr.

STRAKA, Dr. A. W., assistent professor na universitě Londýnské: **Mluvnice anglická.** 112 str. Sešitá 76 kr., vázaná 84 kr.

ŠACH, Jan: **Česká fraseologie.** Sestavená zvláště ve prospěch studujících na školách gymnasialních a realních z nejvýtečnějších spisovatelů od nejstarší doby až do Komenského. 75 str. Sešitá 44 kr. vázaná 52 kr.

ŠANDA, František: **Měřické a perspektivní rejsování od svobodné ruky** pro nižší realné školy. Se 192 vyobrazeními. Druhé opravené vydání. 162 str. Sešité 1 zl., vázané 1 zl. 12 kr.

—, —: **Měřictví a rejsování.** Část první: Rejsování měřických tvarů v ploše a měření v jednom rozměru. Se 109 vyobrazeními v dřevotisku a s 5 tabulkami. 142 stránek. Sešité 72 kr., vázané 80 kr.

—, —: **Měřictví a rejsování.** Část druhá: Podobnosť měření a počítání ploch. S 90 vyobrazeními. 116 str. Sešité 48 kr., vázané 56 kr.

SCHOEDLEROVA **Kniha přírody**, obsahující veškeré nauky přírodní, zejmena: silozpyt čili fysiku, hvězdářství čili astronomii, lučbu čili chemii, nerostopis čili mineralogii, zemězpyt čili geologii, rostlinopis čili botaniku, přírodozpyt čili fysiologii a živočichozpyt čili zoologii. Věnována všem přátelům přírodozpytu jakož i študujícím na školách gymnasialních, technických, realních a průmyslných k soukromému poučení. Dle 12. značně rozmnoženého a opraveného vydání pro čtenářstvo československé vzdělali **Jiljí V. Jahn** a **Karel Starý**. S 972 vyobraz. z ústavu Vieweg-a a syna v Brunšviku. Seš. 1. a 2. Schoedlerova „Kniha přírody“ vydána bude ve 13 sešitech a ve lhůtách měsíčních, tak že doufáme dovršiti celé dílo do konce roku 1863. Obsaženy pak v něm budou: Fysika čili silozpyt. Se 215 vyobrazeními. Astronomie čili hvězdářství. Se 71 vyobrazeními. Chemie čili lučba. Se 16 vyobrazeními. Mineralogie čili nerostopis. Se 198 vyobrazeními. Botanika čili nerostopis. Se 231 vyobrazeními. Zoologie čili živočichozpyt. Se 186 vyobrazeními. Každý sešit, obsahující průměrně 5 archů textu a okolo 80 vyobrazení, stojí pouze 56 kr., což jest, ohledem k obsahu tak výtečnému a k úpravě veskrz důstojné, cena zajisté velmi mírná, tak že i méně zámožnějšímu podána jest příležitosť, zaopatřiti sobě tento v pravém slova smyslu domácí poklad veškerých vědomostí přírodních.

ŠVARZER, Dr. Aug.: **Počátkové mechaniky a strojnictví.** Dle nejnovějších anglických spisů uspořádáno. 175 str. S 204 vyobrazeními. Sešité 1 zl. 4 kr., vázané 1 zl 14 kr.

TONNER, Frant., prof. lučby na vyšší realní škole v Písku: **Chemie organická.** Se 6 vyobrazeními. 150 str. Sešitá 1 zl., vázaná 1 zl. 12 kr.

—, —: **Chemie a technologie.** Se 33 vyobrazeními. 114 str. Sešitá 60 kr., vázaná 68 kr.

VICHTERLE, František: **Stručná mluvnice česká** se zvláštním ohledem na pravopis český ku potřebě Čechův i Němcův. 156 str. Seš. 70 kr., vázaná 80 kr.

Národní knihtiskárna: I. L. Kober v Praze.